

制浆造纸手册

第八分册·纸料的准备

中国轻工业出版社

制浆造纸手册

(第八分册·纸料的准备)

《制浆造纸手册》编写组编

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

《制浆造纸手册》是一部根据我国造纸工业生产经验编写的,以造纸工艺为主的工具书。整个手册共分13个分册。本书是第八分册,内容包括打浆、内部施胶、表面施胶、纸的填充、染色的工艺技术条件、工艺计算、影响质量的因素、质量检查、操作要点;打浆、施胶设备的结构、规格、性能等;各种施胶剂、胶料沉淀剂、填料、染料、化学助剂的制备、性能、添加方法等。

本书可供造纸工业技术人员、管理人员造纸专业院校师生参考。

制浆造纸手册

(第八分册·纸料的准备)

《制浆造纸手册》编写组编

中国轻工业出版社出版

(北京东长安街6号)

三河艺苑印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米1/32 印张:22.25 字数:566千字

1991年12月 第1版第1次印刷

印数:1—1,000 定价:22.5元

ISBN 7-5019-1049-9/TS·0709

前 言

新中国成立以来，造纸工业有了比较迅速的发展，在生产、建设、科研、设计和设备制造等方面都已奠定了一定的基础，造纸工业已初步形成了一个比较完整的体系，并积累了一定的经验。为了适应造纸工业今后发展的需要，必须认真总结和介绍国内外的生产经验，提高我国造纸工业的技术水平，为造纸工业的现代化做出贡献。为此我们编写《制浆造纸手册》，以满足国内广大造纸工作者工作和学习的需要。

《制浆造纸手册》是一部根据我国造纸工业生产经验编写的，以造纸工艺为主的工具书。主要内容包括工艺流程、工艺技术条件、工艺计算、工艺操作要点和主要产品质量标准以及设备规格、型号、性能等，对国外造纸工艺技术也作了简要的介绍，由于工具书的性质，其内容尽可能用图和表格表示，必要的文字叙述则力求简明扼要。

《制浆造纸手册》分为13个分册，将陆续出版。第一分册：第一章造纸化工原料、第二章造纸纤维原料；第二分册：第三章备料；第三分册：第四章碱法制浆；第四分册：第五章黑液回收；第五分册：第六章亚硫酸盐制浆及红液处理；第六分册：第七章机械法制浆；第七分册：第八章纸浆的洗涤与筛选、第九章纸浆漂白；第八分册：第十章纸料的准备；第九分册：第十一章纸张的抄造；第十分册：第十二章纸板的抄造；第十一分册：第十三章加工纸；第十二分册：第十四章供水与供汽；第十三分册：第十五章仪表与自动化。

《制浆造纸手册》是由中国造纸学会和轻工业部造纸局联合组织编写的，参加编写的约有六十多位造纸工业的工程技术人员，

并请有关专家、学者审阅，虽然如此，由于初次编写，经验不足，资料收集不全，加上水平有限，有些数据不准确或错误，请广大读者指出，再版时予以修订。

编写过程中承各地造纸学会、有关行政领导单位、造纸企业、设计院、研究所和有关院校以及单位的大力支持，使编审工作得以顺利完成，在此一并致谢。

《制浆造纸手册》编写组

第八分册编写说明

本分册的第一节中的打浆设备由李世扬编写，其余部分均由苏宗元编写。在编写过程中，承蒙本行业和有关行业的不少同志提供了大量资料和数据，特此表示谢意。初稿的第一节、第二节、第三节中的表面施胶剂和第六节分别由中国造纸学会曹光锐、北京轻工业学院钟香驹、轻工业部造纸研究所叶惠莲、上海造纸研究所徐忠恺等进行了审阅并提出修改意见，编者根据审阅意见进行了修改和补充。修改后的稿件由中国造纸学会李树植审阅定稿。

目 录

第十章 纸料的准备

第一节 打浆	1
一、打浆的基本概念	1
(一) 打浆的目的	1
(二) 打浆对纤维的作用	1
(三) 纤维的结合	3
(四) 打浆与纸张性质的关系	6
二、打浆方式与影响打浆的因素	7
(一) 打浆方式	7
(二) 游离状打浆与粘状打浆的比较	9
(三) 各类纸的纤维平均长度和打浆度(生产实际数据)	10
(四) 影响打浆的主要因素	11
三、打浆的质量检查	22
(一) 浆料浓度的测定	22
(二) 打浆度的测定	23
(三) 保水值的测定	39
(四) 纤维长度的测定	45
(五) 比表面积的测定	67
四、打浆设备	68
(一) 槽式打浆机	68
(二) 锥形磨浆机	85
(三) 圆柱磨浆机	112
(四) 盘磨机	129
(五) 高浓打浆(磨浆)设备	163
(六) 打浆辅助设备——碎解设备	177
五、实验室打浆和抄片	187
(一) 实验室用打散设备	187

(二) 实验室打浆设备	191
(三) 实验室用抄片器	206
六、各种浆的打浆	212
(一) 化学木浆的打浆	212
(二) 草类浆的打浆	219
(三) 棉麻浆的打浆	229
七、各种纸的打浆	232
(一) 高粘状打浆的纸种的打浆	232
(二) 高游离状打浆的纸种的打浆	238
(三) 强度要求高的纸种的打浆	240
(四) 要求伸缩变形小的纸种的打浆	243
(五) 纸面要求特别平整细腻的纸种的打浆	249
(六) 一般文化用纸的打浆	254
(七) 其他纸种的打浆	264
第二节 内部施胶	272
一、概述	272
二、松香的种类、组成和性质	275
(一) 松香的种类	275
(二) 松香的组成	276
(三) 松香的性质	277
(四) 松香的质量标准	278
(五) 松香软化点的测定	280
三、白色松香胶和褐色松香胶	280
(一) 松香的皂化剂	280
(二) 用碱量和用水量	281
(三) 白色松香胶的制备	283
(四) 胶料的过滤	292
(五) 胶料的乳化	293
(六) 松香胶乳液的贮存	300
(七) 褐色松香胶	301
(八) 熬胶时蒸汽消耗量的计算	304

(九) 松香胶乳液的相对密度、温度与固体物的关系	306
四、强化松香胶	308
(一) 马来松香胶	308
(二) 富马松香胶	320
(三) 松香的其他强化方法	321
五、分散松香胶	321
(一) 分散松香胶的制备	322
(二) 制胶的工艺技术条件和操作实例	323
(三) 分散剂的用量	325
(四) 分散松香胶的性质	326
(五) 分散松香胶与普通松香胶的比较	326
六、松香胶料的沉淀剂	327
(一) 沉淀剂的种类、制备和性质	328
(二) 硫酸铝的溶解、过滤	331
(三) 硫酸铝的物理性质	335
(四) 铝酸钠	339
(五) 施胶沉淀剂的代用品	342
七、施胶用量、施胶程序和影响施胶效果的因素	343
(一) 施胶用量	343
(二) 硫酸铝用量	345
(三) 施胶程序	347
(四) 影响施胶效果的因素	356
八、其他施胶剂	363
(一) 高游离松香胶	363
(二) 高游离强化松香胶	366
(三) 冷法松香胶	368
(四) 硬脂酸胶	371
(五) 石蜡胶(蜡乳液)	383
(六) 石蜡松香胶	392
(七) 羧甲基纤维素石蜡松香胶	397
(八) 沥青胶	398

(九) 石油树脂胶	400
(十) 合成胶料(中性施胶剂)	401
(十一) 国外一些商品名称的松香胶	411
(十二) 商品液体松香胶和干松香胶	414
九、施胶度的测定方法	417
(一) 施胶度测定的试验条件	417
(二) 测定方法和分类	418
(三) 各种测定方法的仪器和操作	418
第三节 表面施胶	442
一、概述	442
二、辊式表面施胶	444
(一) 水平辊式装置	444
(二) 垂直辊式装置	456
(三) 倾斜辊式装置	460
(四) 门辊式装置	462
三、槽法表面施胶	464
(一) 机内槽法表面施胶	464
(二) 机外槽法表面施胶	470
四、单缸和双缸纸机的表面施胶	472
(一) 单缸纸机的表面施胶	472
(二) 双缸纸机的表面施胶	478
五、压光机表面施胶	478
(一) 压光机表面施胶特点	478
(二) 压光机表面施胶装置	479
(三) 压光机水刮刀表面施胶装置	481
六、喷雾表面施胶	482
七、影响表面施胶和挂胶量的因素	482
八、表面施胶剂	485
(一) 淀粉和化学改性淀粉	485
(二) 聚乙烯醇	502

(三) 纤维素衍生物	510
(四) 动物胶	517
(五) 蜡乳液	521
(六) 松香胶	522
(七) 海藻酸盐	525
(八) 烷基烯酮二聚体	526
(九) 硬脂酸氯化铬络盐	528
九、施胶液的制备和供给系统	529
第四节 纸的填充	532
一、加填的目的与作用	532
二、造纸填料的种类与选用	533
(一) 造纸填料的种类	533
(二) 填料的选用	533
(三) 加填的不良影响	535
(四) 不加填料的纸种	535
三、各种填料的性质与应用	536
(一) 常用的各种填料	536
(二) 不常使用的填料	546
(三) 合成填料	549
四、填料的用量与添加	555
(一) 填料的用量	555
(二) 影响填料用量的因素	559
(三) 填料加入方法	561
(四) 填料的溶解与添加	561
五、填料对纸张质量的影响	573
(一) 填料对光学性质的影响	573
(二) 填料对纸张质量的影响	576
(三) 填料对抄纸过程的影响	580
六、填料留着率	581
(一) 填料留着率的计算	581

(二) 影响填料留着率的因素	583
第五节 染色	587
一、概述	587
二、造纸常用的几类染料	591
(一) 直接染料	591
(二) 碱性染料	596
(三) 酸性染料	599
(四) 不常用的两类染料	603
三、配色	604
(一) 三基色配色	605
(二) 二次色(间色)和三次色(复色)	607
(三) 三原色配色的应用	609
(四) 配色时色泽的调整	609
(五) 配色实例	611
四、测定纸张颜色的方法	612
(一) 生理的方法	612
(二) 物理的方法	612
(三) 生理物理的方法	613
五、纸张的染色方法和影响染色的因素	619
(一) 染料溶液的制备	619
(二) 纸张染色的方法	621
(三) 染液调制室	634
(四) 影响染色的因素	634
六、各种纸张染色和染料用量	638
七、纸张的显白	643
八、荧光增白剂	644
第六节 化学助剂	651
一、概述	651
二、湿强剂	651
(一) 概述	651

(二) 湿强剂的作用	652
(三) 湿强剂的类型	653
(四) 三聚氰胺-甲醛树脂	653
(五) 脲醛树脂	658
(六) 聚酰胺环氧树脂	663
(七) 聚乙烯亚胺	666
(八) 其他湿强剂	667
(九) 影响湿强度树脂留着率和效率的因素	667
(十) 湿强纸损纸的重新利用	669
三、增干强剂	671
(一) 概述	671
(二) 增干强剂的类型和应用效果	672
四、助留剂	675
(一) 概述	675
(二) 助留剂的种类	676
(三) 阳离子淀粉作为助留剂的效果	677
(四) 聚丙烯酰胺作为助留剂的效果	677
(五) 高分子聚合物作为助留剂的添加注意事项	679
(六) 使用助留剂的经济效果	679
五、助滤剂	680
(一) 概述	680
(二) 助滤剂的种类	680
(三) 聚丙烯酰胺作为助滤剂的效果	681
(四) 聚酰胺环氧树脂作为助滤剂的效果	682
六、消泡剂	683
(一) 概述	683
(二) 消泡剂性能	683
(三) 消泡剂的种类	684
(四) 消泡剂在抄纸中的应用	685
七、防腐剂	685
(一) 概述	685

(二) 防腐剂的选用	685
(三) 防腐剂的种类	686
(四) 添加方法	688
八、防水剂	688
(一) 概述	688
(二) 防水剂的种类	689
九、树脂控制剂	689
十、阻絮凝剂(纤维分散剂)	690
十一、聚丙烯酰胺	692
(一) 概述	692
(二) 产品类型和分子式	693
(三) 聚丙烯酰胺的物理性质	694
(四) 聚丙烯酰胺的应用	694
(五) 聚丙烯酰胺的溶解和添加	695

第十章 纸料的准备

纸浆在抄造前需经过打浆、施胶、加填(料)、染色等处理,使纸张达到预期的质量要求,这一过程称为纸料制备。

第一节 打 浆

一、打浆的基本概念

(一) 打浆的目的

利用机械方法处理水中的纸浆纤维,使其具有满足造纸机生产上要求的特性,而生产纸张又能达到质量指标的一项工艺操作过程,称为打浆。

打浆的目的是根据纸张质量的要求达到:

- (1) 纤维交织的最大可能;
- (2) 纤维与纤维结合的最佳值;
- (3) 尽可能减少一般的纤维损伤。

从而,待以后抄成纸或纸板时,能够获得预期的质量。

(二) 打浆对纤维的作用

打浆是用机械方法在水中处理纤维的过程。打浆对纤维的作用除压溃、揉搓、分裂以外,有的认为纤维的润胀起主导作用,有的则强调细纤维化和其它起着主导作用。一般认为,打浆可主要分为五个方面,如表 10-1-1 所示,当然这几方面的作用不能截然分开,而是交错进行的。

表 10-1-1

打浆的作用	说 明
纤维细胞壁的位移和变形	在打浆初期, 次生壁中层发生细纤维的位移, 即纤维在打浆机械作用下, 次生壁中层一定位置的细纤维发生弯曲, 并使细纤维之间空隙有所增大, 为吸收水分和润胀创造了条件
初生壁和次生壁外层的破除	蒸煮和漂白后的纤维仍存有一定数量的初生壁, 影响着纤维的润胀。同时, 它和次生壁外层都会妨碍次生壁中层细纤维的细纤维化, 影响着纤维的结合力。因此需要在打浆过程中借助于机械作用把初生壁和次生壁外层破坏, 以利于纤维的润胀和细纤维化作用
润胀	打浆时, 纤维首先吸水而发生润胀, 比容有所增加, 纤维细胞壁结构变得更为松弛, 内聚力则有所下降, 从而提高了纤维的柔软性和可塑性。与此同时, 由于润胀引起内聚力的降低, 就更有利于打浆机械作用对纤维的进一步细纤维化, 其结果大大增加了纤维的表面积和游离的羟基数目, 这无疑将会在纸页干燥时增加纤维之间的接触面积
细纤维化	<p>外部细纤维化: 是指在打浆过程中, 打浆设备的机械物理作用使纤维获得纵向分裂, 并分离出细纤维, 而且使纤维产生起毛现象</p> <p>内部细纤维化: 一般显微镜观察不到, 是指在打浆过程中, 由于纤维吸水润胀, 致使内聚力减少, 细胞壁相邻的同心层之间的侧链有所破坏, 从而给水分子进入创造了条件, 使层与层之间彼此滑动而使纤维变得柔软可塑</p>
横向切断	纤维的横向切断与其吸水润胀有着一定的关系。在同一打浆条件下, 如果纤维吸水润胀情况比较好, 纤维变得柔软可塑, 这样就不再容易受到切断作用, 而是较易于起到细纤维化作用。反之, 纤维吸水润胀不良时, 纤维挺硬发脆, 则易于受到横向切断

表 10-1-2

打浆的作用	对纸浆性质的影响			
	主要的	次要的	较小的	最小的
横向切断	减少重量纤维平均长度	增加碎片的百分数	—	减少游离度
外部细纤维化	增加粘合强度	降低网上脱水	减少游离度 减少纤维粗度(对木材纤维的影响较小) 增加湿压缩性	减少湿比容
内部细纤维化	增加湿压缩性 降低网上脱水	增加润胀	减少游离度 增加保水能力 减少湿比容	增加内在强度

许多研究者把打浆过程细胞壁的变化称为内部细纤维化，还认为分为弹性变形和塑性变形两种。纤维的塑性变形的意义是，当受到外力的作用，细胞壁的变形达到某一平衡状态；而弹性变形是，当其变形应力消失以后，纤维将恢复到其原始形状。很显然，通过打浆处理，希望能使纤维获得塑性变形，从而使次生壁中层中发生层间的滑动。

另一种说法，打浆的几种主要作用对纸浆性质的影响如表 10-1-2 所示。

(三) 纤维的结合

纸料经打浆后，纤维之间产生结合力，抄成的纸页组织紧密，物理强度大大增加，并能改善纸页的透气度、透明度等性能。

1. 纤维结合力的形成

水为极性液体，在水中的氧原子与两个氢原子结合的角度为 104.5° ，并且在氧原子与氢原子中心之间的平均距离为 0.97 \AA ，如图 10-1-1 所示。

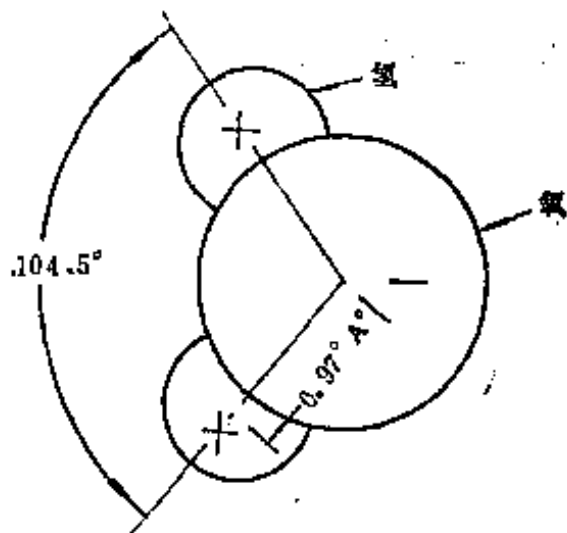


图 10-1-1 水分子示意图

由于水为极性液体，一个水分子的氧与另一个水分子的氢之间有氢键结合，如图 10-1-2 所示。

氢键理论认为，打浆的机械作用增加了纤维的外表面，游离出大量羟基，促进了纤维的吸水性能。当水分蒸发时，相邻纤维与纤维间的羟基通过氢键互相结合，从而将两纤维牢固的结合在一起，如图 10-1-3 所示。

相邻两纤维的氢键结合，首先通过水的作用形成水桥，使羟

基适当排列。随后在干燥脱水时，水桥转化为氢键。氢键结合只有在相邻羟基的距离小于 $2.55 \sim 2.75 \mu\text{m}$ 范围内才可达到，因此水的表面张力对氢键形成，显得特别重要，而表面张力的大小则又与纤维直径有着直接关系。当纤维的直径较小，其表面张力较大，纤维之间的结合力也较大。

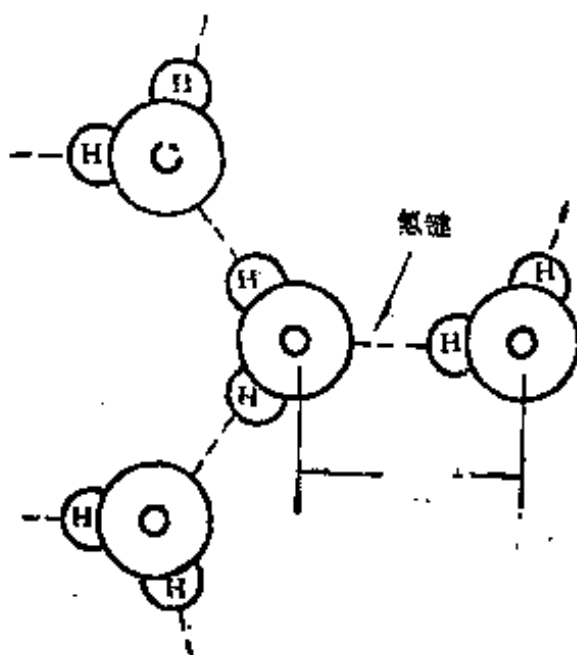


图 10-1-2 水分子氢键结合示意图

在打浆过程中，如细纤维化程度较高，则抄出来的纸在干燥过程中收缩性大，强度亦大，

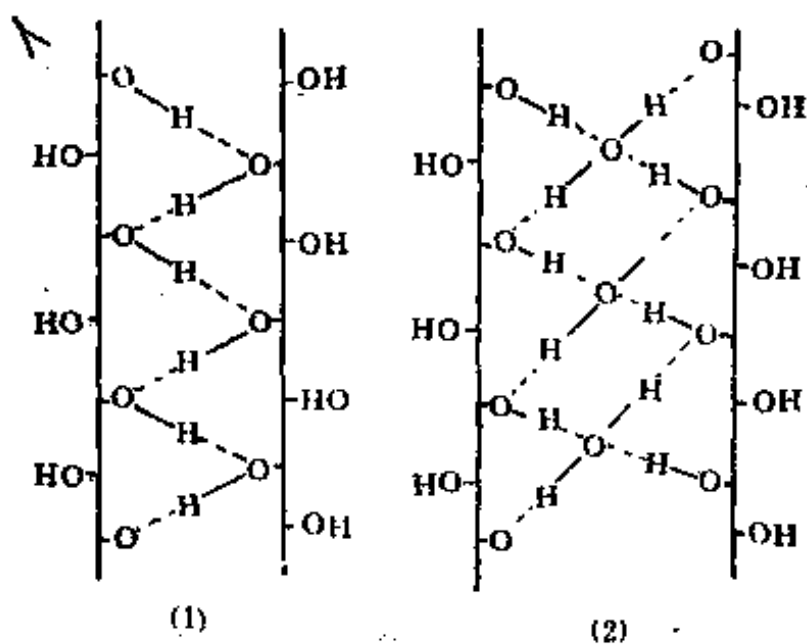


图 10-1-3 氢键结合与水桥

(1) 氢键 (2) 水桥

并且由于游离出更多的羟基，更有利氢键的形成。

2. 影响纤维结合力的因素

影响纤维结合力的因素如表 10-1-3 所示。

表 10-1-3

项 目	说 明
打浆	未经打浆的纸料，其纤维外表还有一层妨碍纤维吸水润胀和细纤维化的初生壁和次生壁外层，阻碍了纤维进一步的结合，未经打浆的纤维比较粗大，显得挺硬，妨碍了干燥时彼此间的接近程度；更主要的是纤维外表面不大，纤维间结合力较差。为此，打浆是影响纤维结合力的主要因素
纸页含水量	纸页含水量对纤维结合力有很大影响。含水量增加时，纤维结合力随之下降
纸料种类	一般说来，化学木浆的纤维结合力最大，棉浆次之，磨木浆最差。棉浆的纤维结合力虽不大，但由于棉浆纤维较长，本身强度又好，加之纤维之间表面交织力较大，因而抄出的纸张强度也较高
半纤维素	含半纤维素多的纸料容易打浆，抄成的纸张强度也高，这是由于半纤维素含量多的纸料，打浆时容易吸水润胀，增加了纤维的比表面积和结合面积
纤维素聚合度	纤维素聚合度高的纤维，纤维结合力较大，而纤维素聚合物链的纤维，其纤维结合力较小
木素	含木素多的纸料由于亲水性极低，不易打浆，纤维之间的结合力不大，成纸的紧度小，强度差
胶料和填料	在纸料中加入带有极性羟基的亲水性物质，如淀粉、蛋白质、植物胶等，会增加纤维的结合力。相反，加入填料、硫酸铝、松香胶等物质，妨碍了纤维间的接触而使纤维结合力下降

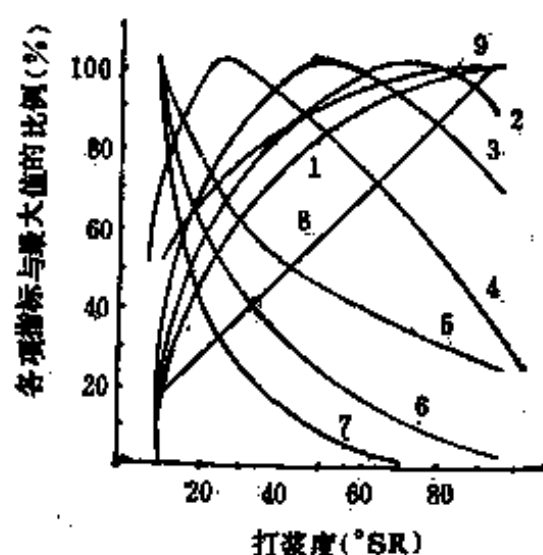


图 10-1-4 打浆与纸张物理性质的关系(化学木浆)

1—纤维结合力 2—裂断长 3—耐折度 4—撕裂度 5—平均纤维长度
6—吸收性 7—透气度 8—收缩率 9—紧度

(四) 打浆与纸张性质的关系

控制打浆操作，可以给予纸料以各种不同的性质，以适应各种纸张的质量要求，并使其具有良好的组织和匀度，以及必要的物理性质。

100%化学木浆的纸料，在打浆过程中各项指标的变化如图 10-1-4 所示。100%稻草浆的纸料，在打浆过程中各项指标的变化如图 10-1-5 所示。

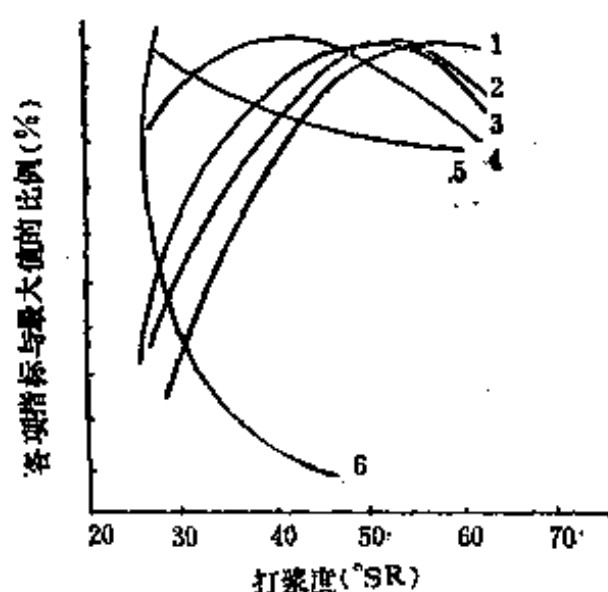


图 10-1-5 打浆与纸张物理性质的关系(稻草浆)

1—纤维结合力 2—裂断长 3—耐折度
4—撕裂度 5—平均纤维长度 6—透气度

从图 10-1-4 和图 10-1-5 可以看出，打浆对化学木浆和稻草浆的成纸性质影响曲线基本相似，这说明打浆对纤维的作用有一共同规律。

从图中也可以看出，随着打浆的进行，纤维结合力不断增长，而平均纤维长度不断下降，并且在打浆初期，纤维结合力的上升和纤维长度的下降是以较快的速度发展着的。至于后期，两者速度均逐渐减慢，由于在打浆过程中两者发展的速度不同，因而对纸张性质各自产生不同程度的影响。

打浆对纸张物理性质的影响规律如表 10-1-4 所示。

表 10-1-4

指 标	影响因素	打浆过程中的变化
裂断长	由纤维结合力、平均长度和纤维本身的强度所决定。在打浆初期，主要受纤维结合力提高的影响	打浆初期上升很快，到一定值后又下降，转折的原因是纤维结合力随打浆度的增长小于纤维长度变化的影响

续表

指 标	影 响 因 素	打浆过程中的变化
撕裂度	主要是纤维平均长度, 其次是纤维结合力, 纤维本身强度和在纸中排列等	打浆初期有显著上升, 很快达到转折点后, 则慢慢下降。撕裂度曲线的转折点出现最早, 说明纤维平均长度是影响撕裂度的主要因素
耐破度	主要是纤维结合力, 其次是纤维平均长度、纤维本身强度以及纤维交织情况等	变化情况与裂断长相似, 但下降的程度比裂断长大, 说明纤维长度的影响较大
耐折度	除受纤维结合力和纤维平均长度的影响外, 还与纤维的弹性有关, 而纤维的弹性又与纸张的含水量有关	一定范围内, 增加纸张的含水量, 可以增加纤维的弹性, 提高耐折度, 但含水量过高, 又影响结合力, 而使耐折度下降
伸缩率和紧度	伸缩率和打浆方式、半纤维素含量以及纤维本身强度和弹性有密切关系; 影响紧度的主要因素是纸料的打浆度、浆种、半纤维素含量、网上脱水情况和抄纸湿压、压光等	半纤维素含量高, 打浆时间长, 纤维润胀程度越高, 纸的伸缩率和紧度就越大。伸缩率越大, 表示纸的弹性越好, 随着打浆度的增加, 伸缩率和紧度都增加
透气度和吸收性能	打浆过程中, 纤维结合力逐渐增大, 纤维表面积也逐渐增加, 毛细管作用逐渐减少, 因此透气度和吸收性能下降, 此外, 浆种、半纤维素、木素含量也有影响	随着打浆度的提高而降低
不透明度	主要影响因素是纤维结合力, 打浆度越高, 纤维在干燥时, 因为表面张力作用, 越易靠在一起, 促进氢键的形成和纤维结合力的提高, 并减少了纤维间的气孔, 降低了纸张的不透明度	纸中如有气孔存在, 光线在孔内受到折射而不透明度高, 打浆度越高, 纸的不透明度越低。生产不透明度高的纸张, 宜采用含半纤维素较少的纸料, 打浆度宜低, 并减少抄纸的湿压和压光等
匀度	影响纸张匀度有打浆方式、纸料纤维组成和网上脱水情况等因素	打浆时产生一定的切断作用, 有助于不同长短纤维的交织作用, 从而可以适当的提高纸的匀度

二、打浆方式与影响打浆的因素

(一) 打 浆 方 式

纸张的种类繁多, 每种纸各有其不同的性质, 如何在打浆中满足各种不同性质的要求, 这就必须采用合适的打浆方式和打浆

方法，制订和掌握好打浆的主要工艺条件，认真执行操作规程，才能达到提高产品的产量和质量，降低电耗，充分发挥设备效率的目的。

打浆方式可分为长纤维游离状打浆、短纤维游离状打浆、长纤维粘状打浆和短纤维粘状打浆等四种。但实际生产中，在游离状至粘状之间，还有半游离打浆、半粘状打浆等。同样，长纤维打浆是指以长纤维为主，而并没有排除短纤维打浆的同时存在。

四种打浆方式的纤维形态示意图如图 10-1-6 所示。

四种打浆方式的打浆特征和适用范围如表 10-1-5 所示。

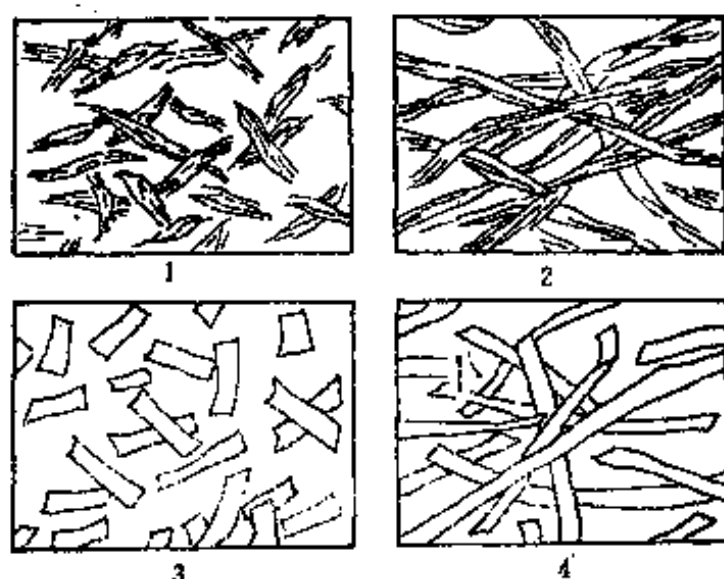


图 10-1-6 四种打浆方式的纤维形态示意图

1—短纤维粘状打浆 2—长纤维粘状打浆 3—短纤维游离状打浆 4—长纤维游离状打浆

表 10-1-5

打浆方式	打浆特征	适用范围
纵向切断纤维为主的打浆方式	长纤维游离状打浆 分散纸料成为单根纤维，尽可能保持纤维的长度，也有适当的切断，打浆时间短，纸料易脱水	成纸组织匀度欠佳，适明性差，表面不甚平滑，但吸收性、透气性好，具有较高的机械强度，适于生产有一定强度和吸收性能好的纸，如水泥袋纸、包装纸、工业滤纸和照相原纸等
	短纤维游离状打浆 在疏解分散纤维的基础上，同时高度切断纤维，纸料脱水快，纤维交织能力差	成纸强度低，但组织均匀，吸水性强，适于生产吸收性能好和组织匀度高的纸，如滤纸、吸墨纸、火柴纸、铜纸原纸等

续表

打浆方式		打浆特征	适用范围
纵向分裂纤维为主的打浆方式	长纤维粘状打浆	纤维高度分丝，并得到足够的润胀，尽可能避免横向切断，打浆时间长，纤维浓度大，纸料具有油腻感，难脱水，纤维易产生絮聚现象	适于生产强度大的高级薄型纸，如电容器纸、卷烟纸、电话纸、防油纸、描图纸等
	短纤维粘状打浆	要求将纤维高度分裂和细纤维化，并适当切断，纸料具有油腻感，脱水困难	成纸匀度好，吸收性小，并有一定的强度，适于生产一般证券纸、电缆纸、邮票纸等

(二) 游离状打浆与粘状打浆的比较

游离状打浆与游离状浆是两个不同的概念，而粘状打浆打出来的浆也不一定是粘状浆。游离状打浆或粘状打浆只是表示不同的打浆方式，而粘状浆或游离状浆主要是用打浆度°SR 来作为衡量尺度的。

不同打浆方式在伏特式打浆机中打浆的比较如表 10-1-6 所示。

表 10-1-6

纸料性质 下刀情况	长 纤 维		短 纤 维	
	游离状	粘 状	游离状	粘 状
下刀方式	分段	分段	一次	一次
下刀程度	重	逐渐加重	重	逐渐加重
下刀时间	较快	慢	快	较快
打浆时间	短	长	极短	较长

游离状打浆要求在短时间内，迅速对纤维进行切短，尽量减少润胀和水化，且打浆的浆料浓度要低，打浆压力要大，可以采用重刀辊、增加底刀数目、薄的刀片、快速一次下刀的打浆方法。而粘状打浆，则要求首先轻刀疏解分散纤维，然后分几次下刀，

逐渐加重，纤维切到一定长度后，再提刀疏解，然后再下刀的方法，使纤维尽量细纤维化，避免纤维遭到过分切短。

(三) 各类纸的纤维平均长度和打浆度

(生产实际数据)

见表 10-1-7。

表 10-1-7

纸 类	浆料配比	纤维平均 长度(mm)	打浆度 (°SR)
电容器纸	硫酸盐高纯度绝缘木浆	0.9~1.1	94~96
描图纸	漂白亚硫酸盐木浆	1.2~1.3	90~94
考贝纸	漂白亚硫酸盐木浆	1.1~1.2	88~90
防油纸	漂白硫酸盐木浆	1.1~1.2	87~89
半透明纸	漂白硫酸盐木浆	1.1~1.2	88~90
普通滤纸, 快速	漂白棉短绒浆	0.9~1.0	19~20
	漂白棉短绒浆	0.8~1.0	24~25
	漂白棉短绒浆	0.8~0.9	28~29
水泥袋纸	未漂硫酸盐木浆		19~23
电缆纸	未漂硫酸盐木浆	2.2~2.3	21~24
条纹牛皮纸	未漂硫酸盐木浆	1.4~1.5	32~34
胶版印刷纸	漂白针叶木浆和阔叶木浆	1.1~1.2	32~35
胶版印刷纸	化学木浆和棉浆	0.9~1.0	38~40
胶版印刷纸	化学木浆和草浆	0.9~1.0	38~40
薄面报纸	漂白桦木浆和棉浆	0.8~0.9	43~48
地图纸	漂白亚硫酸盐木浆	1.0~1.1	30~32
	漂白棉浆	1.0~1.1	36~38
	漂白阔叶木浆和针叶木浆	0.7~0.8	39~41
邮票纸	漂白亚硫酸盐木浆, 漂白棉浆	0.9~1.0	38~42
晒图原纸	漂白针叶木浆	0.9~1.0	36~38
	漂白棉浆	0.9~1.0	48~50
	漂白化学木浆	1.3~1.4	28~32
书写纸	漂白草浆	1.0~1.1	48~52
	漂白化学木浆, 漂白苇浆	1.0~1.1	40~45
罗纹书写纸	漂白亚硫酸盐苇浆	0.7~0.8	38~42
有光纸	漂白蔗渣浆	0.7~0.8	30~36
凸版印刷纸			

续表

纸 类	浆料配比	纤维平均 长度(mm)	打浆度 (°SR)
凸版印刷纸	漂白亚硫酸盐苇浆	0.7~0.9	34~42
打字纸	漂白亚硫酸盐木浆	1.0~1.1	60~62
	漂白龙须草浆	1.0~1.1	64~68
打字纸	漂白芒秆浆	0.8~0.9	72~74
	漂白化学木浆	1.0~1.2	62~64
字典纸	漂白亚硫酸盐木浆	1.1~1.25	84~88
	漂白棉浆	0.8~0.85	74~80
卷烟纸	全麻浆	1.0~1.1	87~92
卷烟纸	麻浆	1.0~1.1	87~92
	漂白亚硫酸盐木浆	1.0~1.1	78~80
铜纸原纸	棉浆	1.0~1.1	44~46
照相原纸	照相原纸专用的漂白亚 硫酸盐木浆	1.0~1.1	34~40
电话纸	未漂硫酸盐木浆	1.5~1.6	62~72
羊皮纸厚纸	漂白棉短绒浆	0.95~1.0	42~45
卫生纸	漂白棉浆	0.9~1.1	58~62
鸡皮纸	漂白或未漂化学木浆	1.1~1.2	37~40
彩色蜡纹纸原纸	漂白化学木浆和漂白芒秆浆	0.7~0.8	78~80

(四) 影响打浆的主要因素

打浆的影响因素很多,主要有打浆比压、刀距、浆料浓度和性质、打浆温度、打浆时间、刀片厚度和材质等。连续打浆时,还有浆料通过量和进浆方式等。

1. 打浆比压和刀距

单位打浆面积上所受的力称为打浆比压,以 Pa 表示。目前生产中还以 kgf/cm^2 表示。 $1\text{kgf/cm}^2=9.80665\times 10^4\text{Pa}$

(1) 打浆比压与刀距的关系

刀辊与底刀在打浆过程中不是完全接触的,否则,刀间不能滞留浆层,因而失去打浆作用,同时还会损坏刀片。为此,刀间最小距离也应保持在 0.08mm 以上。

表 10-1-8

打浆比压	打浆方法	刀距(mm)	打浆作用
小	轻刀疏解	0.6~1.0	疏解纤维, 轻微水化
小	重刀疏解	0.5~0.6	疏解, 高度水化
小	轻刀打浆	0.2~0.4	普通打浆, 细纤维化
中	中等刀打浆	0.1~0.2	中等程度切断
大	重刀打浆	小于0.1	高度切断

打浆比压与刀距的关系如表 10-1-8 所示。

通常, 游离状打浆, 采用较大的比压, 较小的刀距, 在纤维尚未充分润胀时, 下刀切断, 时间要短。粘状打浆采取较小的比压、较大的刀距, 用逐步落刀的方法进行较长时间的打浆。

(2) 打浆比压的控制

在有调压装置的打浆机中, 打浆比压可以根据纸料性质进行灵活调整。在连续串联的打浆设备中, 串联的磨浆机刀间距逐次减小, 压力逐渐加大, 起到如同打浆机分段落刀的效果, 有利于充分发挥磨浆机的效能。

在实际生产中, 测量打浆比压和刀距使用较为简易的方法, 即根据电机的电流大小间接表示。电流安培数高, 说明刀距小, 比压大, 纸料受到的打浆作用也大。

打浆机落刀程度的控制可在升降刀辊的蜗轮处安设刻度盘来指示。圆柱磨浆机可用水压表或气压表的压力来指示加于刀辊上的压力大小。盘磨机和锥形磨浆机多是通过旋转手轮推进螺杆来控制比压和刀距。

(3) 打浆比压对纸浆质量的影响

使用圆柱磨浆机, 打浆比压对纸浆质量的影响如表 10-1-9 所示。

(4) 打浆比压与纸张质量的关系

以不同的浆种生产不同的纸种时, 所要求的打浆比压范围大致如表 10-1-10 所示。

表 10-1-9

打浆比压 (kgf/cm ²)	浓度(%)	通过量 (kg/h)	打浆度 (°SR)	纤维形态		
				整根(%)	切断(%)	压溃(%)
1	2.78	817	30.5	58.4	40.7	0.9
2	3.22	817	36.6	34.1	61.5	4.4
3	3.50	817	38.0	28.7	63.8	7.6
4	3.70	817	41.0	20.9	67.6	11.6

表 10-1-10

浆 种	纸 种	打浆比压 (kgf/cm ²)
未漂亚硫酸盐木浆	薄型文化用纸	1~3
	书写纸、印刷纸	3~5
	80~100g/m ² 的卡片纸、书皮纸	5~7
漂白亚硫酸盐木浆	复写纸类薄纸	0.5~1.0
	书写纸、印刷纸	2~4
	绘图纸、地图纸、图画纸	5~16
未漂硫酸盐木浆	电气绝缘纸	4~8
	牛皮纸、纸袋纸	10~12
破布浆	吸水纸	3~8
漂白亚硫酸盐苇浆	印刷纸	2~7
漂白碱法草浆	有光纸、印刷纸	2~5

注: 1kgf/cm² = 9.80665 × 10⁴Pa

2. 打浆浓度

纸料的浓度对打浆的质量有很大的影响。根据近年来打浆工艺的发展, 打浆浓度可分为低浓、中浓和高浓三种。10%以下的浓度称为低浓, 10~20%的浓度称为中浓, 而高浓打浆的浓度则在20~30%, 甚至更高。

(1) 低浓打浆

在低浓(10%以下)打浆的范围内, 打浆浓度较高, 则进入

刀辊之间的浆层较厚，纤维数量增多，有利于纤维间的挤压和揉搓作用，有助于纤维分散、润胀和细纤维化。同时，单根纤维所分担承受的压力也相应减少，从而减少了纤维的切断作用。

打浆浓度对纤维平均长度和纸张裂断长的影响如图 10-1-11 所示。

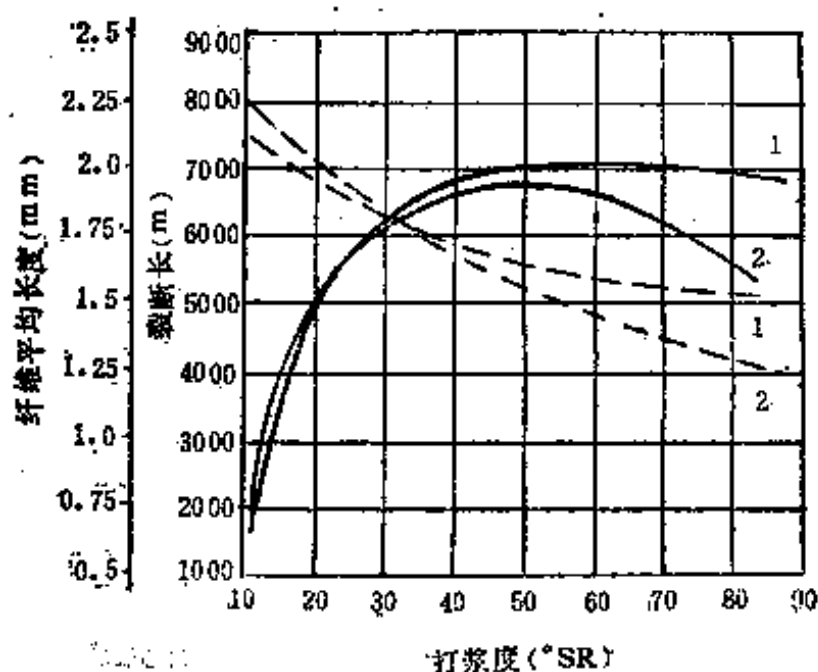


图 10-1-7 硫酸盐浆打浆浓度对纤维平均长度(虚线)和裂断长(实线)的影响

1—浆液6% 2—浆液4%

打浆浓度提高，适合于粘状打浆的要求。反之，游离状打浆则要求切断纤维，又不希望纤维过多吸水润胀，从而打浆浓度可控制低一些。

打浆究竟以多大浓度为适宜，这要视打浆方式和打浆设备而定。对于打浆机来说，在打粘状浆或一般浆料时，浓度也应高一些，但也要考虑到设备结构的限制。例如，旧式打浆机的浆料浓度可达 5~6%，新型打浆机的浆料浓度可达 7~8%。

几种纸在打浆机内打浆的浆料浓度实际数据如表 10-1-11 所示。

一般连续打浆设备，如圆柱磨浆机、盘磨机、锥形磨浆机等，

纸 种	打浆方式	打浆浓度(%)
滤纸	游离	2.5~3.5
铜纸原纸, 羊皮纸原纸	游离	3.0~4.0
定量和收缩率小的纸类	中等	4.0~5.0
打字纸	中等	5.0~6.0
拷贝纸	粘状	4.0~5.0
电容器纸	粘状	4.5~5.5
防油纸	粘状	4.0~5.0
字典纸, 短绒浆	粘状	6.5~7.0
木浆	粘状	6.5~6.0

则多受浆泵和进料操作的限制, 不易达到理想的打浆浓度, 而一般的打浆浓度多维持在 3~6% 之间。

(2) 中浓打浆

中浓打浆的浆料浓度范围是 10~20%, 大多是在带有强制喂料装置的特殊的盘磨机中进行的。中浓打浆虽能有助于提高纸张强度, 但其效果不甚显著, 且动力消耗又较高, 因此在工业生产中未获得广泛应用。

(3) 高浓打浆

高浓打浆是在 60 年代末才逐渐成熟的。高浓打浆设备目前多采用附有强制喂料装置的盘磨机, 一般采用螺旋推进器, 将纸料推进至高浓盘磨机中进行打浆。

高浓打浆主要依靠磨盘间的纸料的相互摩擦, 而不是依靠磨盘本身的作用, 因此盘磨间的间隙可以加大, 从而避免了纤维的过度压溃和切断。

高浓打浆增加了纤维的细纤维化程度和比表面积, 提高了纸料的保水值和增强了纤维间的结合力, 为此当纸页在纸机干燥部干燥时, 成纸的伸长率有大幅度的增加, 这对纸袋纸特别有效。

高浓打浆的动力消耗大, 另外, 设备制造的精密度要求较高, 价格较昂贵。

高低浓打浆的成纸性质的比较如表 10-1-12 所示。

表 10-1-12

成纸性质	低浓打浆	高浓打浆	高浓+低浓打浆
纵向撕裂度(8)	150	250	200
纵向伸长率(%)	6.1	8.6	9.5
纵向抗张力(g/cm)	288	288	270
耐破度(kPa)	115	129	132

高低浓两段打浆比较合理，这是由于单纯采用高浓打浆的处理，纤维没有能够得到足够的切断作用，不易保证成纸的匀度。

两段打浆是在高浓打浆之后再经过低浓打浆处理。两段打浆既能体现高浓打浆的优点，又能达到均整和节约用电的目的。只要高浓和低浓两个阶段取得良好的配合，使纤维受到最小的损伤，则纸张的强度和质量均会比单独用高浓打浆或低浓打浆为好。

图 10-1-8 示出一种高浓盘磨机打浆流程图，它适用于作为生产水泥袋纸的第一段打浆用，而第二段打浆仍用一般的低浓锥形

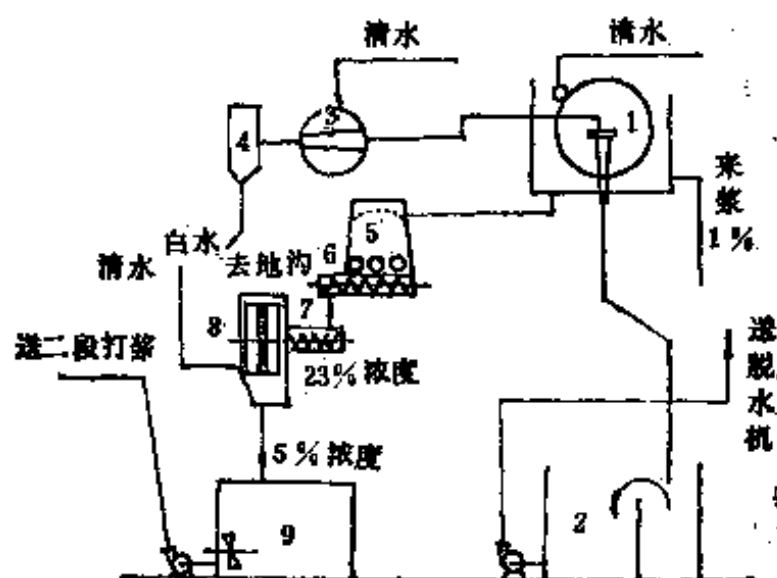


图 10-1-8 高浓盘磨机打浆流程图

1—真空过滤机 2—真空过滤机水封池(80m³) 3—真空泵 4—消音器
5—活底料仓 6—送料器 7—喂料器 8—高浓盘磨机(23%浓度) 9—贮浆池

磨浆机。

3. 打浆温度

打浆时由于纸料和刀的摩擦，以及纤维相互之间的摩擦而产生热量，特别是打粘状浆时更为显著。

漂白亚硫酸盐木浆打浆温度对打浆度的影响如图 10-1-9 所示。

亚硫酸盐木浆打浆温度与裂断长和耐折度的关系如图 10-1-10 所示。图中实线和虚线分别表示打浆温度与裂断长、耐折度的关系。

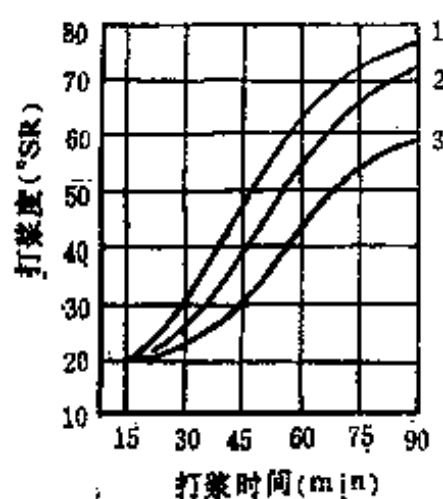


图 10-1-9 打浆温度对打浆度的影响

1—打浆温度 20℃ 2—打浆温度 40℃
3—打浆温度 60℃

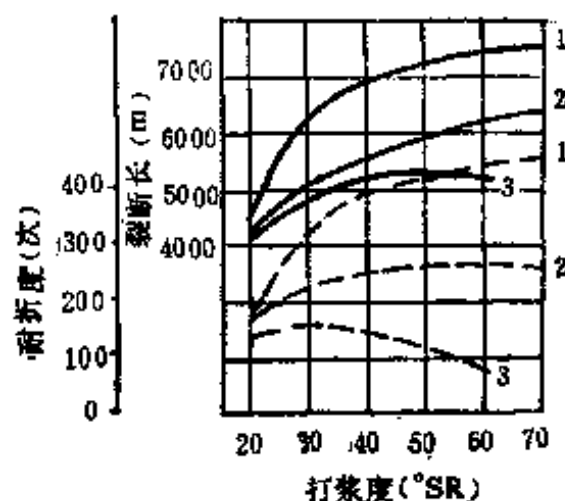


图 10-1-10 打浆温度与裂断长和耐折度的关系

1—打浆温度 20℃ 2—打浆温度 40℃
3—打浆温度 60℃

浆料温度高，影响纤维润胀，打浆时间长，打浆度不易提高，并影响施胶效果和纸张性质。此外，也会使从亚硫酸盐木浆中游离出树脂，增加树脂障碍。

在夏季如因温度高而经打浆工序带来一些麻烦，应考虑采取降温措施。

表 10-1-13

项 目	原 浆 指 标						
	半 漂	漂 白	漂 白	漂 白	热 碱 精 制	冷 碱 精 制	冷 碱 精 制
浆料化学组成							
α-纤维素含量(%)	88.7	87.7	88.6	91.4	93.7	94.9	97.7
β-纤维素、γ-纤维素含量(%)	13.3	12.3	11.4	8.6	6.3	5.1	2.3
戊精含量(%)	6.9	5.8	4.7	3.3	2.3	3.0	0.8
硬度(贝克曼价)	24.0	19.0	9.0	1.3	1.0	0.4	0.4
纸料参数							
打浆度(*SR)	72	72	69	68	65	62	15
纤维平均长度(mm)	1.1	1.05	0.95	0.7	0.7	0.78	0.94
打浆时间(min)	70	70	70	70	70	70	80
纸的性质							
裂断长(m)	8510	8520	7470	6815	5440	5450	822
耐折度(双折次)	3000	3000	3000	582	405	731	1
透气度(cm ³)	13	9	6	20	32	86	5000
结合力(kgf/cm ²)	0.185	0.159	0.152	0.124	0.096	0.10	0.035
吸收性能(mm)	10	8	10	18	23	21	120

4. 纤维性质和纸料化学组成

一般认为纤维要细而长，长宽比值大，打浆后纤维有较大的结合面积，成纸强度高。

纤维细胞的壁腔比 ($2 \times$ 壁厚: 胞腔直径) 是衡量纤维优劣的另一指标。纤维细胞腔大，细胞壁薄者，即壁腔比小者，纤维柔软，打浆时易被压溃，易细纤维化，成纸强度高。反之，纤维细胞壁厚，壁腔比大者，则纤维显得僵硬，打浆时难于细纤维化，纤维结合力低，成纸强度差。

纸料组成中长短纤维的配比，也是影响打浆和成纸强度的一个因素。在长纤维纸料中配比一部分短纤维纸料，能提高打浆度，增加纤维间的结合力和纸页的匀度和强度，当然短纤维的配比不应过高。

纸料中 α -纤维素含量越高或半纤维素含量越低，木素含量越高，打浆越困难。因为这种纸料不易水化润胀，制成的纸强度低，吸收性强，脆性和硬度较大。

纸浆化学成分对打浆性能和纸张性质的影响如表 10-1-13 所示。

木素对纸张性质的影响如表 10-1-14 所示。

表 10-1-14

项 目	木素含量(%)			
	0.5	2.4	5.1	15.6
打浆度(*SR)	62	62	60	60
裂断长(m)	9680	8395	6500	4345
撕裂度(g)	112	88	146	91
耐破度(kPa)	509.9	402.1	313.8	196.4
耐折度(双折次)	2622	2183	165	18

5. 刀片厚度和材质

刀片厚度和材质也会影响到打浆方式和纸浆质量。例如要打游离状浆，宜广采用薄刀。反之，粘状打浆则以采用厚刀较为适

宜，因为厚刀比较不易切断纤维，而较易对纤维进行细纤维化，一般石刀的厚度比钢刀的为大。

使用打浆机打浆各种打浆方式的飞刀厚和底刀厚的大体数据如表 10-1-15 所示。

表 10-1-15

打浆方式	飞刀厚度(cm)	底刀厚度(cm)
高度游离打浆	1~3	—
游离打浆	6~7	3~4
普通打浆	8~9	5~6
粘状打浆	9~10	6~7
高度粘状打浆	11~15	8~12

打浆设备的刀片材质，常用的是碳素钢、不锈钢、青铜、玄武岩及人造石等。钢刀使用得最普遍，价格低，但耐磨性较差，易生锈。生产高级纸时，如照相原纸、电容器纸等，纸料中不允许含有铁质，应采用不锈钢刀、青铜刀和石刀等，尤以石刀为好。

6. 浆料通过量

在连续打浆设备中，单位时间内通过的浆量，是根据浆料品种与打浆设备串联的台数来决定。当打浆度要求的数值不高时，通过量可增大。

在其他条件不变时，打浆度和浆料温度随浆料通过量的减少

表 10-1-16

浆料通过量 (kg/h)	打浆度增加值 (°SR)	湿重减少值 (g)	浆料温度增加值 (°C)
194	34	1.2	17.0
240	29	0.9	14.5
382	15.5	1.2	7.5
431	13.5	1.1	6.0
606	9.5	1.0	4.5
945	5.5	0.6	0

而增加，纤维的平均长度也随通过量减少而减低。两台石刀磨浆机串联，处理漂白亚硫酸盐木浆时，不同的浆料通过量对打浆质量的影响如表 10-1-16 所示。

7. 进浆方式

连续打浆是若干台单机串联操作，其串联方式有两种：封闭式（管道串联）和开口式（浆槽串联）。封闭式流程如图 10-1-11 所示。

开口式串联流程如图 10-1-12 所示。

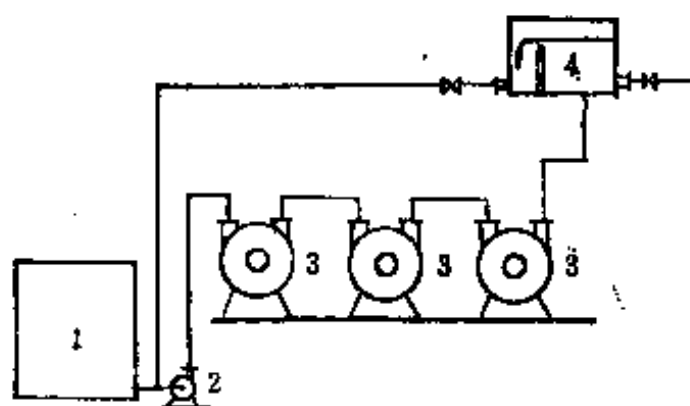


图 10-1-11 圆柱磨浆机封闭式串联打浆流程

1—贮浆池 2—浆泵 3—磨浆机 4—调浆箱

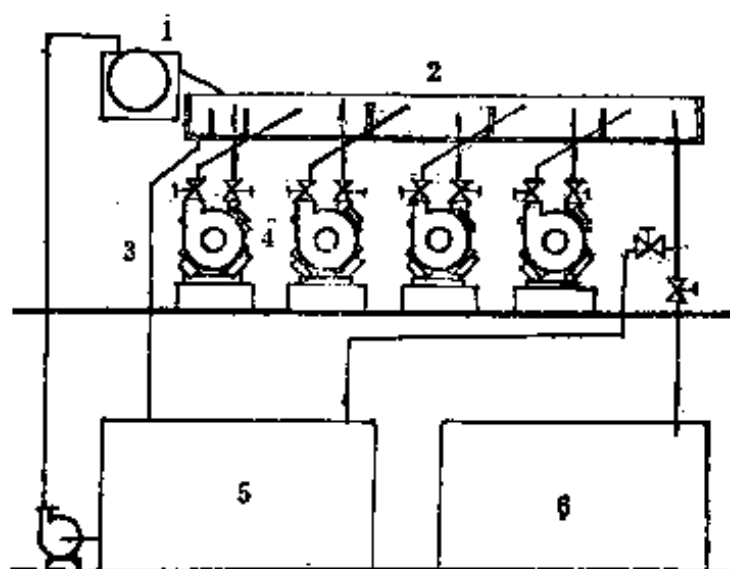


图 10-1-12 圆柱磨浆机开口式串联打浆流程

1—脱水机 2—高位箱 3—溢流管 4—磨浆机 5、6—贮浆池

封闭式串联打浆兼有泵的作用，不易产生死浆现象，缺点是操作时看不到产品情况，不易随时根据质量调整操作，浆料摩擦产生的热量不易散失，一般适于 2~4 台串联。

开口式串联打浆浆中易带入空气，发生溅浆现象(特别是开车时)，通过量也较封闭式小，易产生回浆，一般适用于多台串联。

三、打浆的质量检查

在打浆生产过程中，为控制好打浆的工艺条件，掌握浆料中纤维的变化情况，必须及时进行各种质量指标的检查。一般经常检查的项目是浆料浓度、打浆度(或游离度)和纤维湿重等。另外，根据具体情况，在打浆质量检查和进一步分析研究时，也可检查浆料的纤维平均长度、保水值、筛分析、比表面和水化度等。

(一) 浆料浓度的测定

打浆过程中，打浆浓度的大小对成浆质量有很大的关系，因此打浆过程中要控制打浆的浓度。

浆料浓度是每 100ml (或 g) 液体浆料中所含有绝干浆的克数，通常用百分数表示。

快速测定纸浆浓度的方法是适应生产要求的，也是生产检查中必须解决的问题。

一些测定纸浆浓度的方法如表 10-1-17 所示。

表 10-1-17

项 目	试验方法和说明
烘箱干燥法	用已知重量的烧杯，在粗天平上称取液体浆料 100~200 g。用滤布或已知重量的滤纸过滤除去水分，将浆料从滤布上取下。如用滤纸过滤，将浆料连同滤纸一起放入烘箱内，在温度 105~110℃ 下，烘干至恒重。这一方法的缺点是所需的时间较长

续表

项 目	试验方法和说明
红外线干燥法	将过滤后的浆料用红外线灯泡加热干燥, 温度在110℃左右, 由于红外线有较强的穿透能力, 干燥所需时间可大为缩短
真空过滤法	<p>取一定量具有代表性的浆料, 放在吸滤瓶上进行真空吸滤, 经过规定时间吸滤后, 被吸滤后的纸浆的含水量较稳定, 趋近于一定值</p> <p>被吸滤后纸浆的含水量与纸浆性质(种类、打浆度), 吸滤时的真空度以及取样量有关系, 所以在探索此水分数值时, 必须将一些因素固定下来, 如取样量、真空泵规格及吸滤时间等条件均予以固定, 通过充分试验所获得的数据, 找出各种纸浆在操作条件下被吸滤后水分的数值, 即一系数。</p> <p>真空过滤脱水后取出, 称取浆料的重量, 再乘系数, 即得到浆料的浓度。系数需经常校正</p>
离心分离法	<p>取一定量具有代表性的浆料, 放入离心机内离心脱水2min, 离心机转速为1000r/min以上, 脱水后取出, 称取浆料的重量, 再乘一系数, 即得到浆料的浓度。</p> <p>系数是预先经过多次测定求得的, 也需经常校正</p>
手拧干法	取100~500ml纸浆用滤布包好后, 用手将其拧干直至没有水流出为止。拧干后浆料不必干燥而立即称其湿重。这一方法随不同的操作者的操作而有差异, 仅是一近似值

(二) 打浆度的测定

对纸浆滤水性能的测定有各种方法, 其中以打浆度和游离度获得较广泛的应用。北美国家和日本多选用加拿大标准游离度(CSF), 而欧洲和我国则习惯上应用肖伯尔打浆度(°SR), 游离度与打浆度的不同只是测定表示方法上的差别。凡是打浆度越大, 纸料的游离度就越小, 反之亦然。游离度与打浆度可以互为换算。

1. 肖伯尔打浆度的测定

(1) 仪器和计算

肖伯尔打浆度仪是用温度为 $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的含有 $2.0 \pm 0.02\text{g}$ 绝干纸料的1000ml纸料悬浮液, 通过过滤筛网, 纤维在筛网上形成一个紧密的纤维层, 而滤液滤入一个具有斜管和直管的分离室中, 测量从斜管收集到的滤液, 就可以得知纸料的打浆度, 以°SR表示。

肖氏打浆度测定仪如图 10-1-13 所示。

由侧管排出的水量即为测定打浆度的依据,其计算方法如下,并以符号“°SR”表示。

$$\text{打浆度} = \frac{1000 - \text{侧管排出的水量 (ml)}}{10} (^{\circ}\text{SR})$$

(2) 打浆度的校正曲线

如果测定时不知道纸料浓度,取样则不能准确至 2 g 绝干浆。在此情况下,则可先用手拧干法将纸料拧去水分至干度约 33%,称取湿浆 6 g 放入 1000ml 的量筒内,加水稀释至 1000ml,使纸料充分均匀分散,然后测定打浆度。这样测得的打浆度仅是一个近似值,必须求其干燥时的纸料重量再进行校正。

打浆度的校正曲线如图 10-1-14 所示。如果试验结果打浆度为 46°SR,浆样干燥后重量为 2.5 g,则可在图中找到 a 点,通过 a 点划一条曲线与邻近的两条曲线

平行,这一曲线与图上 2 g 重绝干浆样的纵轴相交于 b 点, b 点的纵座标为 40.5°SR,此值即为校正后的打浆度。

(3) 打浆度的校正图解法

当试样的浓度不符合标准要求时,可用图解法校正成标准的打浆度,如图 10-1~15 所示。

使用举例:

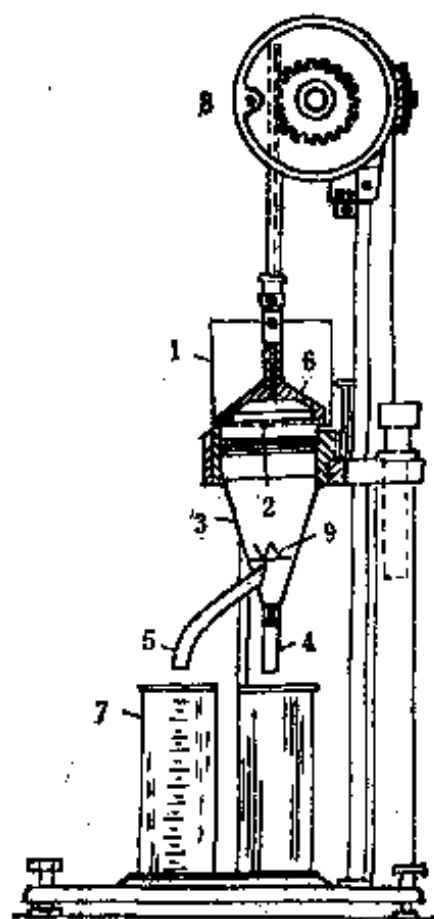


图 10-1-13 肖氏打浆度测定仪

- 1—圆筒 2—铜网 3—分离室 4—排出管
5—排水斜管 6—锥形筛 7—量筒 8—手
轮 9—伞形筛

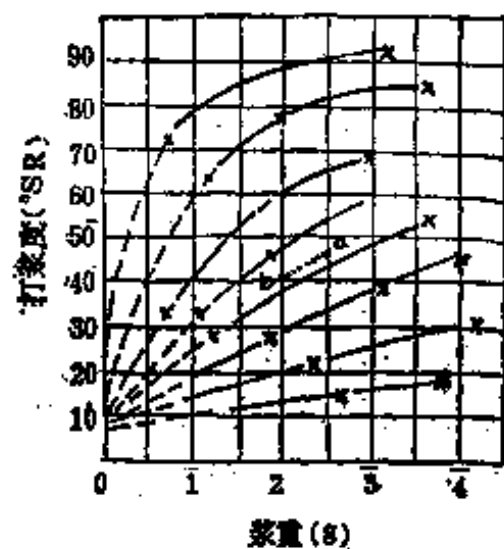


图 10-1-14 打浆度校正曲线

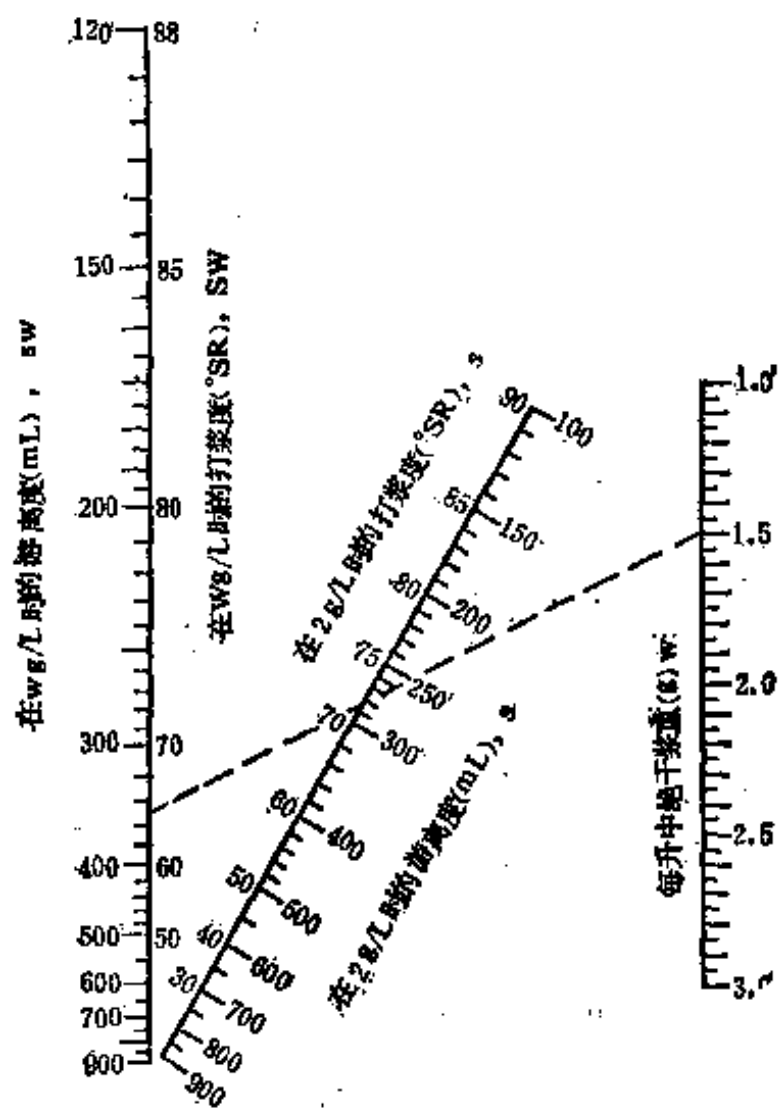


图 10-1-15 打浆度校正图解

已知 1L 中含有绝干浆 1.5 g 的纸料悬浮液，其打浆度为 65°SR，试求在标准条件下，0.20% 浓度时的打浆度是多少？

如图 10-1-15 中所示的虚线，将 SW 标尺上的 65 读数与 W 标尺上 1.5 读数，用直线连接，直线通过 S 标尺上 71.5 读数，即为所求的打浆度数值。

2. 加拿大标准游离度的测定

加拿大游离度测定仪是用含有绝干纸料 3.0 ± 0.02 g 的 1000ml 纸料悬浮液进行测定的，其他情况与肖氏打浆度测定法相似，但是以毫升数表示结果。

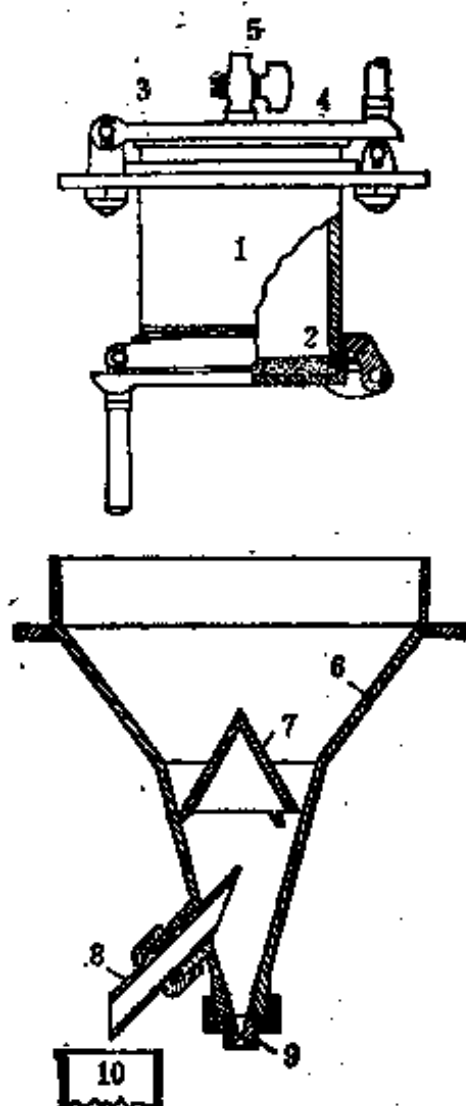


图 10-1-16 加拿大标准游离度测定仪

1—圆筒 2—筛板 3—橡胶垫 4—盖 5—气阀 6—分离室 7—伞形盘
8—斜管 9—直管上的小孔 10—量筒

(1) 仪器结构

① 加拿大标准游离度仪如图 10-1-16 所示。

② 这种仪器主要是由一个带筛板的圆筒和一个漏斗状的分离室组成。圆筒和分离室装置在一个适宜的支架上，两者中间有一间距。

③ 圆筒的顶部是敞开的，底部装有带孔筛板。圆筒是用顶盖和底盖关严的。底盖上复盖着一橡胶垫，这样当底盖扣紧以后就把筛板封住，不会发生漏水现象。

④ 圆筒的顶盖也有橡胶垫，以使圆筒严密不漏气。顶盖上有气阀。

⑤ 分离室有两个出口，一个是下部带小孔的直管，另一个是侧面上的较大的斜管。

⑥ 在分离室内也装有伞形盖，以使过滤水不致直接冲击分离室底部的水面，而影响到过滤水通过底部小孔的流出速度。

⑦ 包括带有筛板的圆筒、分离室等均由不锈钢材料制成。

(2) 测定方法

① 将仪器的圆筒和分离室彻底擦净，最后用清水冲洗，分别放在支架上。

② 装上筛板，关好底盖。

③ 取相当于 3g 绝干浆的试样，使其分散在近 1000ml 的水中（水温保持在 20℃），倒入一个量筒中，调节至 1000ml。

④ 对量筒中的纸料悬浮液进行搅拌，迅速将其全部倒入圆筒中，随后关好顶盖，并关闭气阀。

⑤ 测定时打开气阀，并迅速落下底盖，这时就发生滤水作用。

⑥ 从分离室侧管排出的水直接流至量筒中，而从量筒刻度上读出的毫升数，即为该纸料的加拿大标准游离度，以 CSF 表示。

(3) 校正和换算

① 温度的校正：测定纸料的加拿大标准游离度时，规定的纸料悬浮液的温度为 20℃，但如果温度高于或低于 20℃，则测定得

表 10-1-18

试验时纸料的温度 (°C)

游高度读数	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	加上的游高度											减去的游高度									
30	11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40	12	10	9	8	7	6	5	3	2	1	0	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12
50	14	12	11	10	8	7	6	4	3	1	0	1	3	4	6	7	8	10	11	12	14
60	15	14	12	11	9	8	6	4	3	1	0	1	3	4	6	8	9	11	12	14	15
70	17	15	13	12	10	8	7	5	3	2	0	2	3	5	7	8	10	12	13	15	17
80	19	17	15	13	11	9	8	6	4	2	0	2	4	6	8	9	11	13	15	17	19
90	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
100	21	19	17	15	13	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	13	15	17	19	21
110	23	21	18	16	14	11	9	7	5	2	0	2	5	7	9	11	14	16	18	21	23
120	25	22	20	17	15	12	10	7	5	2	0	2	5	7	10	12	15	17	20	22	25
130	26	23	21	18	16	13	11	8	5	3	0	3	5	8	11	13	16	18	21	23	26
140	27	24	22	19	16	14	11	8	5	3	0	3	5	8	11	14	16	19	22	24	27
150	28	26	23	20	17	14	11	9	6	3	0	3	6	9	11	14	17	20	23	26	29
160	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
170	31	28	25	22	18	15	12	8	6	3	0	3	6	9	12	15	18	22	25	28	31
180	32	29	26	22	19	16	13	10	6	3	0	3	6	10	13	16	19	22	26	29	32
190	33	30	26	23	20	16	13	10	6	3	0	3	6	10	13	17	20	22	27	31	34
200	34	31	27	24	20	17	13	10	7	3	0	3	7	10	13	17	20	24	27	31	34

续表

试验时纸料的温度(°C)

测高度读数	加上的游离度															减去的游离度														
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30									
210	35	31	28	24	21	18	14	10	7	3	0	3	7	10	14	18	21	24	28	31	35									
220	36	32	29	25	22	18	14	10	7	4	0	4	7	10	14	18	22	25	29	32	36									
230	37	33	30	26	22	19	15	11	8	4	0	4	8	11	15	19	22	26	30	33	37									
240	38	34	31	27	23	19	15	11	8	4	0	4	8	11	15	19	23	27	31	34	38									
250	39	35	31	27	23	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	23	27	31	35	39									
260	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40									
270	41	37	33	29	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	29	33	37	41									
280	42	38	34	29	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	29	34	38	42									
290	42	38	34	29	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	29	34	38	42									
300	43	39	34	30	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	30	34	39	43									
310	43	39	34	30	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	30	34	39	43									
320	43	39	34	30	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	30	34	39	43									
330	44	40	35	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	35	40	44									
340	44	40	35	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	35	40	44									
350	44	40	35	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	35	40	44									
360	44	40	35	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	35	40	44									
370	45	41	36	31	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	31	36	41	45									
380	45	41	36	31	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	31	36	41	45									

试验时纸料的温度(°C)

游高度读数	加上的游高度										减去的游高度										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
390	45	41	36	31	27	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	27	31	36	41	45
400	46	41	37	32	28	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	28	32	37	41	46
420	45	41	36	31	27	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	27	31	36	41	45
440	45	41	36	31	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	31	36	41	45
460	44	40	35	31	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	31	35	40	44
480	43	39	34	30	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	30	34	39	43
500	42	38	34	29	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	22	25	29	34	38	42
520	42	38	33	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	29	33	38	42
540	42	37	33	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	33	37	42
560	41	37	32	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	37	41
580	41	36	32	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	41
600	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
620	39	35	31	27	23	19	15	12	8	4	0	4	8	12	16	19	23	27	31	35	39
640	37	33	29	25	21	18	14	11	7	4	0	4	7	11	14	18	21	25	29	33	37
660	36	32	28	25	21	17	14	10	7	3	0	3	7	10	14	17	21	25	28	32	36
680	35	31	27	24	20	17	13	10	6	3	0	3	6	10	13	17	20	24	27	31	35
700	33	30	26	23	20	16	13	9	6	3	0	3	6	9	13	16	20	23	26	30	33

表 10-1-19

试验时纸料的浓度(%)																							
游离度读数		0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	
		减去的游离度																增加的游离度					
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	
30	—	—	—	—	—	—	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	13	15	17	19	21	
40	22	20	18	16	13	11	9	7	5	3	2	0	3	5	7	9	12	14	17	19	21	23	
50	25	23	20	18	15	13	10	8	6	3	3	0	3	6	8	10	13	16	18	21	23	25	
60	28	25	22	19	17	14	11	9	6	3	3	0	3	6	9	11	14	17	19	22	25	27	
70	31	27	23	20	18	15	12	9	5	3	3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	29	
80	33	29	25	22	19	16	13	9	6	3	3	0	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	
90	36	31	27	24	21	17	13	10	7	3	3	0	4	7	10	13	16	20	23	26	29	32	
100	38	33	29	26	22	18	14	10	7	3	3	0	4	7	11	14	17	21	24	27	30	34	
110	40	35	31	27	23	19	15	11	7	3	3	0	4	8	11	14	18	22	25	28	31	35	
120	42	37	33	29	24	19	15	11	7	3	3	0	4	8	11	15	19	23	26	29	33	36	
130	44	39	35	30	25	20	16	12	8	4	4	0	4	8	12	15	20	24	27	31	35	38	
140	46	41	36	31	26	21	17	12	8	4	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	
150	48	42	37	32	27	22	17	12	8	4	4	0	4	8	12	16	21	25	30	34	38	42	
160	50	44	39	33	28	23	18	13	9	4	4	0	4	8	13	17	22	26	31	35	39	43	
170	52	46	40	34	29	24	19	14	10	5	5	0	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45	
180	54	48	42	36	30	25	20	15	10	5	5	0	5	10	15	19	24	28	33	37	42	46	
190	56	49	43	37	31	26	20	15	10	5	5	0	5	10	15	19	24	28	33	38	43	47	

游离度读数		试验时纸料的浓度(%)															
		0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35
		增加的游离度															
		减去的游离度															
200	58	51	45	38	32	26	21	15	10	5	0	5	10	15	20	25	29
210	60	53	46	39	33	27	21	15	10	5	0	5	10	16	21	26	30
220	61	54	47	40	34	28	22	16	10	5	0	5	11	16	21	26	31
230	62	55	48	41	35	28	22	17	11	5	0	6	12	17	22	27	32
240	63	56	49	42	36	29	23	17	11	5	0	6	12	17	23	28	33
250	64	57	50	43	37	30	23	17	11	5	0	6	12	18	23	29	34
260	65	58	51	44	37	30	24	18	12	6	0	7	13	19	24	30	35
270	67	59	52	45	38	31	25	19	12	6	0	7	13	19	25	31	36
280	68	60	53	46	39	32	25	19	12	6	0	7	13	19	25	31	36
290	70	62	54	47	40	33	26	19	13	6	0	7	13	19	25	31	36
300	72	64	56	48	41	34	27	20	13	6	0	7	13	19	25	31	36
310	73	65	57	49	41	34	27	20	13	7	0	7	13	19	25	31	37
320	75	66	58	50	42	35	27	20	13	7	0	7	13	19	25	32	38
330	77	68	59	51	43	35	27	20	13	7	0	7	13	19	25	32	38
340	78	69	60	52	43	35	27	20	13	7	0	7	14	20	26	32	38
350	79	70	61	52	43	35	27	20	13	7	0	7	14	20	26	32	38
360	80	70	61	52	43	35	28	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38
370	81	71	61	52	44	36	28	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38

续表

游高度读数	试 验 时 纸 料 的 浓 度(%)																				
	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40
	←——减去的游高度								——→增加的游高度												
380	81	71	61	52	44	36	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59
390	82	72	62	53	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59
400	82	72	62	53	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59
420	83	72	62	54	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59
440	83	73	63	54	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59
460	83	73	63	54	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	53	58
480	83	73	63	54	46	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	42	47	52	57
500	83	73	63	54	46	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	36	41	46	51	56
520	82	72	62	53	44	36	28	21	14	7	0	7	13	19	25	30	35	40	45	50	51
540	80	71	62	53	44	36	28	21	14	7	0	6	12	18	24	29	34	39	44	49	54
560	78	69	60	51	43	35	28	21	14	7	0	6	12	17	22	27	32	37	42	47	52
580	76	67	58	50	42	34	27	20	13	6	0	6	12	16	22	27	32	37	42	46	50
600	75	66	58	50	42	34	27	20	13	6	0	6	11	16	21	26	31	36	40	44	48
620	74	65	57	49	41	33	26	19	12	6	0	5	10	15	20	25	30	34	38	42	47
640	73	64	56	48	40	32	25	18	12	6	0	5	10	15	20	25	29	33	37	41	46
660	71	63	55	47	39	31	24	17	11	6	0	5	9	14	19	24	28	31	35	39	45
680	70	63	54	46	38	31	24	17	11	6	0	5	9	14	18	23	28	31	34	38	44
700	69	62	53	45	37	30	23	16	11	6	0	5	8	13	18	23	27	30	33	37	43

到的结果都应予以校正。不同温度对标准温度 20℃ 的换算, 可由表 10-1-18 求得。

例如: 测定时温度为 15℃, 读数为 40ml 时, 换算成 20℃ 时, 应增加 6ml, 即为 46ml。又如测定时温度为 25℃, 读数为 80ml 时, 换算成 20℃ 时, 应减去 9ml。

② 浓度的校正: 测定纸料的加拿大标准游离度时, 规定的纸料悬浮液的浓度为 0.3%, 但如果纸料浓度大于或小于 0.3%, 则测定得到的结果都应予以校正。不同浓度对标准浓度 0.3% 的换算, 可由表 10-1-19 求得。

例如: 测定时浓度为 0.27%, 读数为 40ml 时, 换算成 0.3% 时, 游离度应减去 7 ml, 即为 33ml。又如测定时浓度为 0.32%, 读数为 80ml 时, 换算成 0.3% 时, 应加上 7ml。

③ 校正换算图解法: 当试样的浓度和温度均不符合标准要求时, 可用图解法校正成标准的加拿大游离度, 如图 10-1-17 所示。

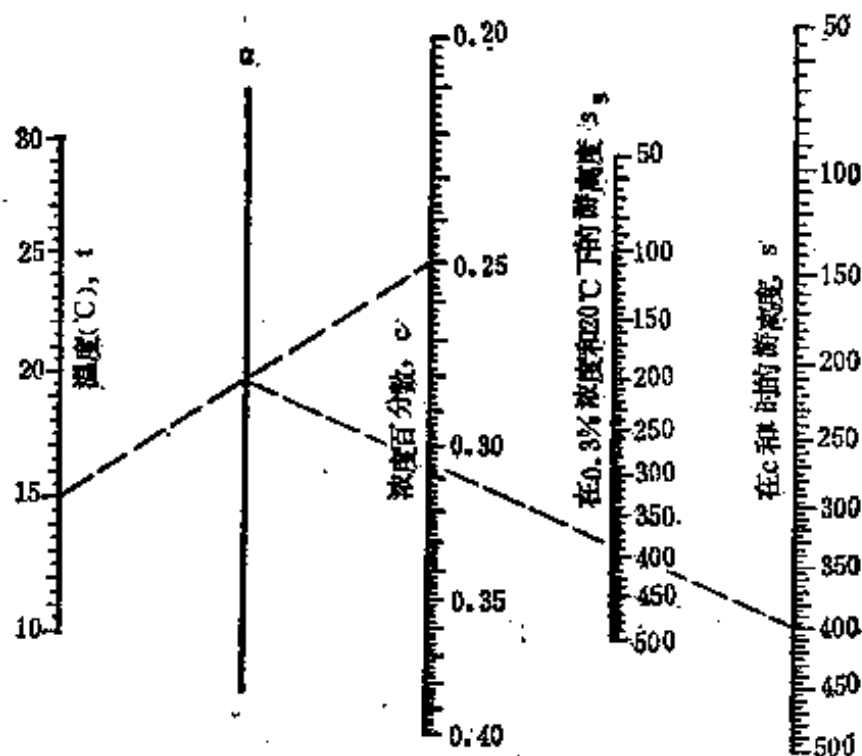


图 10-1-17 加拿大标准游离度校正图解

使用举例:

已知 1L 中含有绝干浆 2.5 g 的纸料悬浮液, 在 15℃ 时游离度为 400ml, 试求在标准条件下, 在 20℃ 时 0.30% 浓度的游离度是多少?

如图 10-1-17 中所示的虚线, 将 t 标尺上 15 读数与 c 标尺上 0.25 读数, 用直线连接, 此直线相交于 a 标尺上的一点。再将这一点与 s 标尺上的 400 读数, 用直线连接, 直线通过 s₀ 标尺上 388 读数, 即为所求的加拿大标准游离度。

3. 威廉式游离度测定

使用威廉式游离度测定仪, 按其规定的方法测定一定重量和

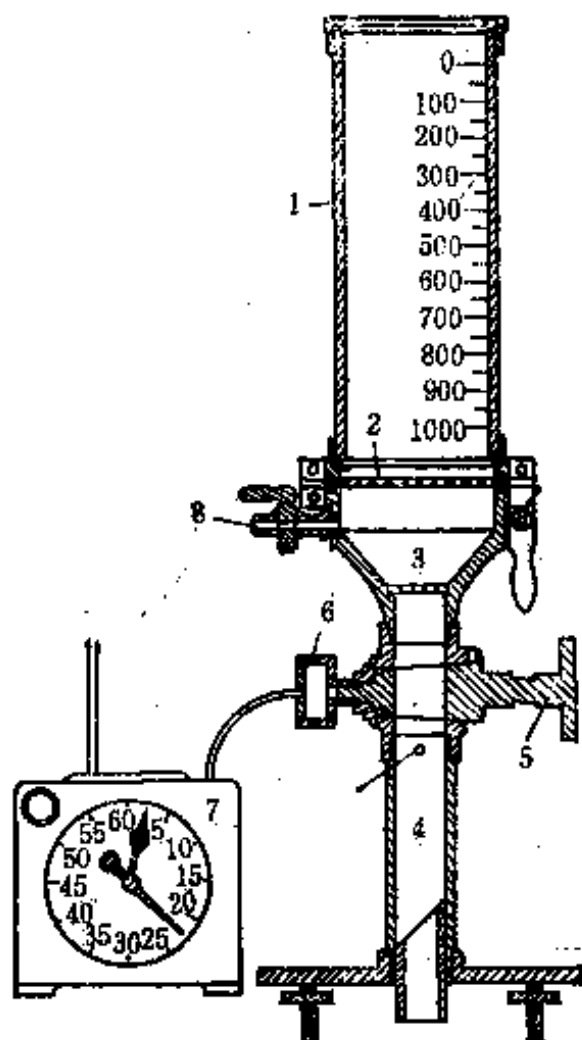


图 10-1-18 威廉式游离度测定仪

1—玻璃筒 2—铜网 3—漏斗 4—短管 5—排水阀 6—电钮
7—电钟 8—进水阀

一定浓度的纸料滤出一定水量所需要的时间作为威廉式游离度的单位，以秒表示。

(1) 设备结构

① 威廉式游离度测定仪如图 10-1-18 所示。

② 玻璃筒 1 容积约为 1200ml，从 0 到 1000ml 中间刻有刻度，每格表示 10ml。

③ 玻璃筒放在旋接架内，压住一 80 号的铜网 2，铜网下面与漏斗 3 连接。

④ 漏斗下面和一短管 4 相通，短管中间装有一个排水阀 5，转动这一阀就能开动电钮 6 控制电钟 7。

⑤ 这样，只要一开阀门，电钟就会走动，而一关阀门，电钟立即停止。利用这种方法可准确地记录纸料滤过一定水量所需要的时间。

(2) 测定方法

① 试验以前，先打开进水阀 8 引进清水，使玻璃筒底部与阀门 5 之间充满水。

② 关闭进水阀后，再将混合均匀的约 1000ml 纸料悬浮液倒入玻璃筒中，立即开动排水阀，此时电钟开始走动。

③ 当已排出 1000ml 水时，立即关闭排水阀，电钟也立即停止走动。

④ 随后读出电钟走过的秒数就表示纸料的滤水速度。

⑤ 在正常情况下，纸料试样浓度为 0.3%，如果测得时间超过了 60~120s 的范围，可以酌量增减纸料试样的浓度。

(3) 校正图解法

当每升含有不同的绝干浆时，威廉式游离度校正图解如图 10-1-19 所示。

使用举例：

已知 1L 中含有绝干浆 2.5 g 浆样时，威廉式游离度为 30s，试求在标准条件下，即 1L 含有 3.0 g 绝干浆时的威廉式游离度是

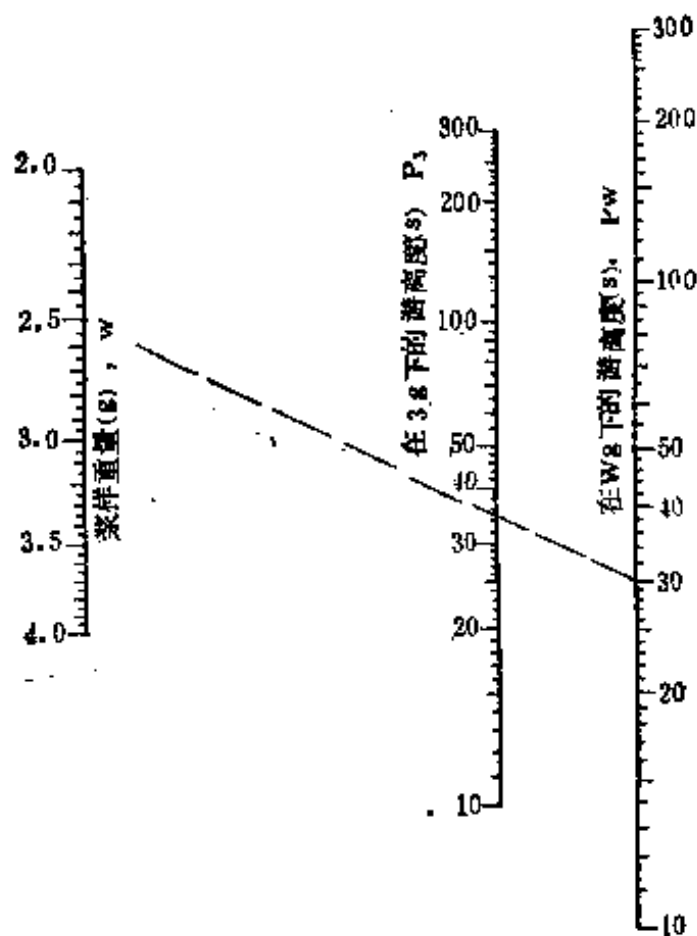


图 10-1-19 威廉式游离度校正图解

多少?

如图 10-1-23 中所示的虚线，将 W 标尺上的 2.5 读数与 PW 标尺上的 30 读数用直线连接，直线通过 P_3 标尺上 35 读数，即为试样 1L 含有绝干浆 3 g 时的威廉式游离度的秒数。

4. 几种数值的换算

肖氏打浆度，加拿大标准游离度、威廉式游离度的一种换算如表 10-1-20 所示。表中换算所得的结果是近似值。

表 10-1-20

加拿大标准游离度 (mL) 3g, 20℃	肖氏打浆度 (°SR), 2g, 20℃	威廉式游离度 (s)	
		3g, 25℃	4g, 25℃
800	11.5	7	7
775	12.5	8	8
750	13.5	10	10
725	14.5	13	13
700	15.5	16	16
675	16.5	18	18
650	17.5	21	22
625	18.6	24	25
600	20.0	27	30
575	21.0	31	34
550	22.5	35	39
525	23.7	39	44
500	25.3	43	49
475	26.7	49	56
450	28.9	55	63
425	30.0	61	73
400	32.0	68	80
375	34.0	76	91
350	36.0	85	102
325	38.0	95	115
300	40.3	106	129
275	43.0	120	145
250	45.4	134	165
225	48.3	153	195
200	51.5	173	217
175	54.8	205	252
150	59.0	248	297
125	63.2	303	370
100	68.0	400	—
75	73.2	—	—
50	80.0	—	—
25	90.0	—	—

(三) 保水值的测定

保水值是一个与打浆度不同的全新的概念，它是湿纸浆在一定条件下进行离心分离，甩出浆中部分水分后，测定纸浆所保留下来的水分含量，以此表示纤维润胀的程度。

1. 测定方法

测定保水值（纤维润胀程度）的方法很多，但是比较简单易行而又准确可靠的是离心保水值法。

早在 1942 年，国外就首先应用高速离心机测定纤维的保水能力。最早的一种测定方法是德国耶米 (Jayme) 提出的小球法，随后改用镍网法。国内一些研究者也对保水值的测定法进行了研究，曾采用不锈钢管法、固定斜管法和简易法等，现分述如下。

(1) 小球法

1) 仪器结构

① 小球法的主要部分是玻璃离心管，其下部有一个小球，如图 10-1-20 所示。

② 玻璃离心管的底部呈漏斗状，以防离心出来的水的倒流。

③ 漏斗状的底部放有一个玻璃小球，其直径为 4mm。

④ 玻璃离心管的外面有一木质管座，其外形与离心机上的金属离心管相似，但直径比金属离心管的内径小 2mm，以保证木质管座遇水润胀能够充满金属离心管。

⑤ 木质管座最好用硬木制成，并事先用油浸渍，以便对于潮湿不敏感。

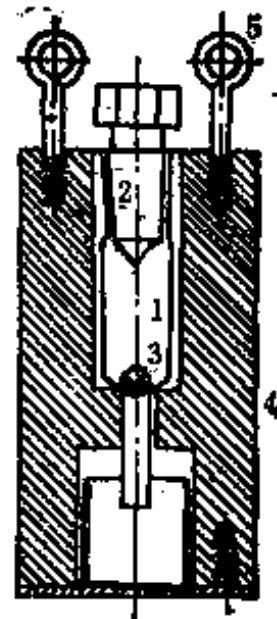


图 10-1-20 小球玻璃
离心管和管座

1—玻璃离心管 2—磨光管
塞 3—小球 4—木质管座
5—抽出螺栓

2) 操作条件

① 装相当于 0.15 g 绝干浆的纸料于玻璃离心管中，加上管塞，连同木质管座一道放入离心机的金属离心管内。

② 离心机经过 1min 启动达到离心加速度为 3000 g (g 是重力加速度) 的转速以后，运转 10~15min，取出湿浆称量重量，然后在烘箱内 105℃ 温度下烘至恒重，再按绝干浆中所含水分百分率计算保水值。

3) 优缺点

① 操作比较简便。

② 小球与玻璃管壁间的缝隙容易被纸料所堵塞，脱水情况较差，测出的保水值的误差较大。

③ 小球式玻璃管在离心处理时易于破碎。

④ 小球法在测定高打浆度 (60~90°SR) 的纸料的保水值时，误差较大。

(2) 镍网法

国外一些研究者随后建议改用镍网法，即用镍网管 (图 10-1-21) 代替小球式玻璃管进行离心处理。镍网的网目为 150 目，其它试验条件与小球法相同。据认为，用镍网管测得保水值的再现性良好，精确度较高。

(3) 不锈钢管法

1) 仪器结构

① 离心机为水平摆动管式离心机。

② 离心管是用不锈钢制成，如图 10-1-22 所示。

③ 不锈钢管管身的外径为 30mm，内径为 25mm，长度为 50mm。

④ 管身上端有一厚度为 8mm 的突缘，突缘下部切成 45° 角度，以便放在钢制离心套管中而能恰当靠在套管的缩径部分。

⑤ 管身下端有外丝与管帽相连，管帽上钻有直径为 2mm 的孔眼，孔间距为 4mm，孔眼总数为 37 个。

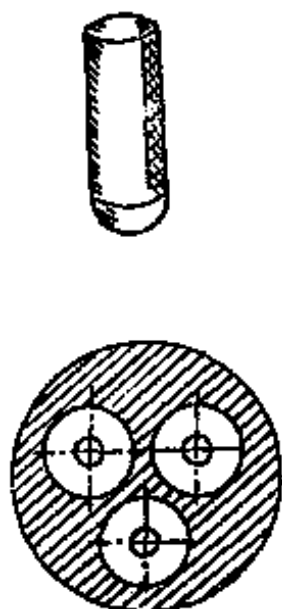


图 10-1-21 镍网管和管座示意图

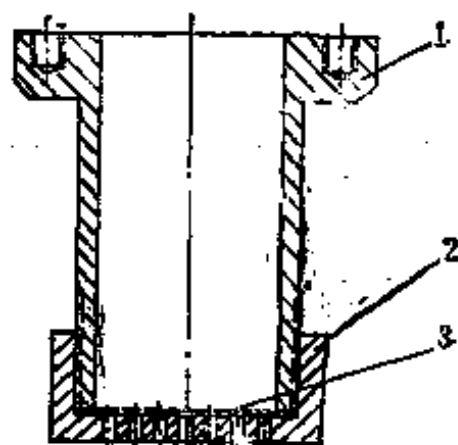


图 10-1-22 不锈钢管法保水
值测定管示意图

1—管身 2—管帽 3—铜网

⑥ 管身与管帽之间放入一直径为 28mm 的铜网，铜网目数为 120 目。

2) 操作条件

① 称取相当于绝干浆 0.3 g 的纸料试样，把称好的试样放入不锈钢测定管内，并用圆头玻璃棒铺平、铺匀。

② 将测定管按相同号数放入离心管内，再按号数放于离心机内，但四个管子必须对称安放平衡（也可以对称地安放两个）。

③ 离心机启动时间 5min。

④ 离心处理 10min，离心加速度为 3000 g。

⑤ 待离心机停止运转后取出不锈钢管，将此管倒立或用镊子取出处理后的湿浆，放于称量瓶内，在分析天平上称出湿浆的重量。

⑥ 随后将称量瓶及湿浆用红外线快速水分测定器进行干燥，冷却后称量至恒重。

3) 优点

不锈钢保水值测定管结构简单，坚固耐用，数据稳定，并能测定高打浆度纸料的保水值。这种方法如能与红外线干燥相结合，则可加快测定保水值的速度，趋于符合生产实际的要求。

(4) 塑料管法

1) 仪器结构

① 离心机是采用普通斜管式离心机。

② 离心管是用硬塑料制成，如图 10-1-23 所示。

③ 塑料离心管的内径为 17mm，长度为 75mm，管身的底部有孔眼，四周也有孔眼。

④ 塑料离心管中安放一由 100 目铜网制成的小篮，用以盛放浆料。

⑤ 塑料离心管放在一个塑料外套中，离心管的底部距外套底部有一定的空间，在其中安放一块泡沫塑料或海绵用以吸收水分。

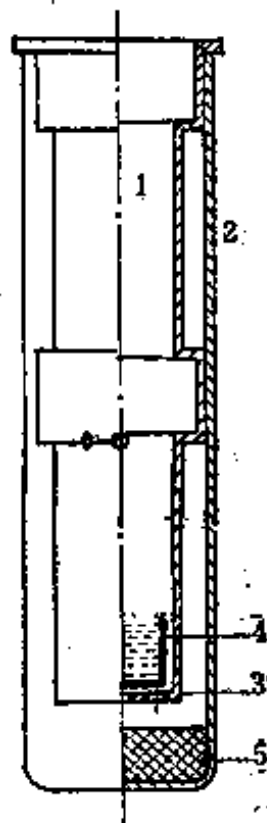


图 10-1-23 塑料离心管示意图

1—塑料离心管 2—塑料外套
3—孔眼 4—铜网制小篮 5—泡沫塑料或海绵

2) 操作条件

① 取相当于 0.1 g 绝干的湿浆，放入小烧杯中，添加 5ml 水予以稀释分散，倒入塑料离心管中的铜网制的小篮内，用平头玻棒轻压均匀。

② 离心加速度选用 3000 g。

③ 离心机启动时间 3min。

④ 离心处理 15min (包括启动时间 3min)。

塑料管法的优点为设备简单，操作方便。

(5) 简易保水值测定法

为了使纸料的保水值的测定能在一般造纸厂中作为一种简单

的打浆管理方法，有些造纸厂利用医院常用的离心机稍加改进来进行保水值的简易测定，其操作条件如下。

① 用 150 目尼龙网将相当于 0.1 g 绝干的湿浆包好放入离心机的试管内，试管内安放一段约 20mm 长的胶管将所包好的湿浆托住，以便使浆中水分与纸浆分离。试管底部有一小块泡沫塑料用以吸收水分，以防止水分返回浆中。

② 试管放入离心机中离心 15min 后，称其湿重。

③ 试管再在红外线干燥器中烘干 15min（可达恒重），在干燥器中冷却 15min 称重。

2. 计算

保水值的计算

$$\text{保水值} = \frac{\text{离心处理后湿浆重} - \text{绝干浆重}}{\text{绝干浆重}} \times 100$$

即保水值是以经离心处理的湿浆料所含水分的重量，与该浆样绝干重量的百分率表示之，例如浆料的绝干重量为 0.15 g，经离心后含有 0.3 g 的水，其保水值即为 300%。

3. 测定保水值的几个有关参数

(1) 离心力大小对测定结果的影响

离心力 g 在国内和国际上常用 800 g 和 3000 g 两种。

离心力大小对保水值的影响如表 10-1-21 所示。

(2) 温度的影响

表 10-1-21

浆 种	保 水 值		差值(%)
	800 g	3000 g	
桦木漂白亚硫酸盐干浆	95	79	16.84
云杉漂白亚硫酸盐干浆	115	98	13.92
云杉未漂亚硫酸盐干浆	144	123	14.58
干漂白草浆	157	127	19.11

温度与保水值的关系如图 10-1-24 所示, 从图中可以看出, 温度上升时, 由于水的粘度下降, 保水值也降低。同时, 纤维素的润胀随温度的升高而降低, 因而一般测定纸料保水值时, 温度都要求在 20℃ 左右。

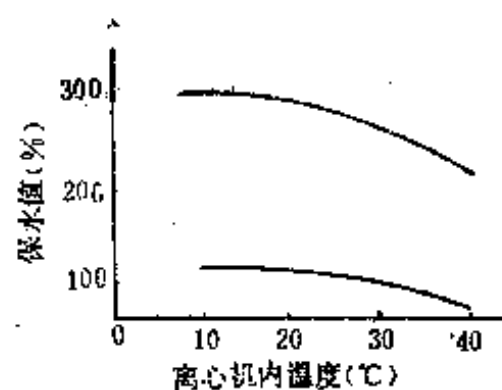


图 10-1-24 漂白松木硫酸盐浆的温度与保水值的关系

(3) 离心作用时间的影响

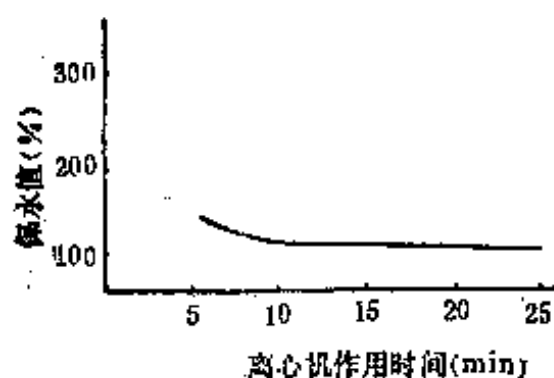


图 10-1-25 离心作用时间与保水值的关系 15°SR, 20℃, 离心力为 3000g

松木硫酸盐浆离心作用时间与保水值的关系如图 10-1-25 所示, 从图中可看出, 离心作用 10min, 纸浆中水分含量已达平衡状态。

根据试验研究, 不同 °SR 的纸浆不同离心时间对保水值的影响是不同的, 漂白亚硫酸盐苇浆的 °SR 和离心时间对保水值的影响如表

10-1-22 所示。

表 10-1-22

°SR \ 离心时间(min)				
	7	11	15	25
22	128	123	121	117
43	178	169	169	162
65	221	209	202	196
85	284	263	250	240

从表 10-1-22 可以看出, 不同 $^{\circ}\text{SR}$ 的漂白亚硫酸盐苇浆, 离心时间越长, 保水值下降越多。 $^{\circ}\text{SR}$ 值越高, 则离心时间对保水值的下降的影响越大。因此, 在比较保水值时, 必须在相同的离心时间下进行。

国际上常用的离心时间为 15min。

(4) 试样用量的影响

根据试验研究的结果, 当保水值较低 (例如 $\leq 250\%$) 时, 试样用量对保水值测定值影响不大。当保水值大于 250% 时, 试样用量大, 所测得的保水值也大, 即保水值越高, 则测定值的误差越大。测定保水值时, 一般取浆样相当于绝干浆重 0.1 g 左右。

(5) 红外线干燥时间的影响

在研究试验中, 干燥 10min, 测定的保水值为 242%; 干燥 15min, 测得的保水值为 255%; 干燥 20min, 测得的保水值为 256%。

所以, 一般采用 15min 的干燥时间, 使浆中水分达到恒重。

(四) 纤维长度的测定

在打浆过程中, 随着打浆设备不同、打浆方式的不同, 纤维长度的下降程度也有所不同。纸张的许多性质均与成浆的纤维长度有关, 因此, 在纤维基本性质的测定中, 这是一项重要的测定项目。

纤维长度的测定方法很多, 较常用的是显微镜法、投影法、筛分法、湿重法等。

1. 显微镜法

本方法是将纤维染色后, 在显微镜下进行测量, 然后求其平均长度。

(1) 主要仪器设备

① 显微镜: 放大倍数 40~400 倍。

② 载片测微尺: 载片测微尺形状似载玻片, 玻片中部有长

1mm 分成 100 格的刻尺，每一刻度等于 0.01mm。

③ 接目测微尺：接目测微尺系一块可自由装卸在接目镜筒中的圆形玻片，其中部有一般划分为 50 或 100 格的刻尺。

(2) 接目测微尺的校正

将接目测微尺置于显微镜载物台上，将目镜上部卸下，装入接目测微尺，再将卸下部分装上旋紧。固定焦点后，调整两个刻度尺的开始刻度相重合，分别记下接目测微尺和载片测微尺的刻度值，按下式求出接目测微尺的刻度值K：

$$K = \frac{\text{载片测微尺刻度}}{\text{接目测微尺刻度}} \times 0.01\text{mm}$$

例如：载片测微尺 15 格等于接目测微尺 10 格，如图 10-1-26 所示，由此可计算出接目测微尺的一小格为：

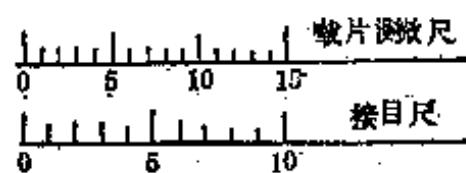


图 10-1-26 测定接目测微尺长度的示意图

$$K = \frac{15}{10} \times \frac{1}{100} = 0.015\text{mm}$$

此值求出后，将载片测微尺取下，保存好。

但必须注意，显微镜的各套镜头系统，其大小是不同的，因此当各种系统改变时，必须再进行测定，计算出比例。

(3) 试片的制备

将浆料稀释至约 0.05% 的浓度，用吸液管取数滴，置于载玻片上，待稍干后加入 2 滴氯化锌碘液进行染色，用解剖针在载玻片上将纤维尽量理直并使其分布均匀。随后盖上盖玻片，用滤纸吸去多余染色剂，然后将玻片置显微镜载物台上观察。

(4) 纤维观查和计算

测量纤维的长度选用显微镜放大倍数为 40~100 倍，如测纤维宽度时则用 300~400 倍。

在测量纤维长度时，将一根纤维的一端对准目镜测微尺刻度零点，使纤维与刻度尺平行重合，量到纤维的另一端，记下刻度上的数值，即为纤维的长度。

在选择视野时应尽量把一个视野的全部纤维都进行测量，测量总数不少于 200 根纤维，求其算术平均值。

纤维平均长度按下列公式计算：

$$X = \frac{L}{b} \times K$$

式中 L ——测量每根纤维所占接目测微尺格数的总和（格）

b ——被测纤维根数

K ——校正后接目测微尺每格相当的绝对长度

以所有被测纤维的平均纤维长度毫米数、最大值和最小值报告测定结果。

显微镜法测定纤维平均长度较准确，除了测长度以外，还可以测宽度。同时，还可以直接观察到纤维的形态、浆料的组成等，能够较全面的鉴定浆料的质量。缺点是花费时间长，操作技术要

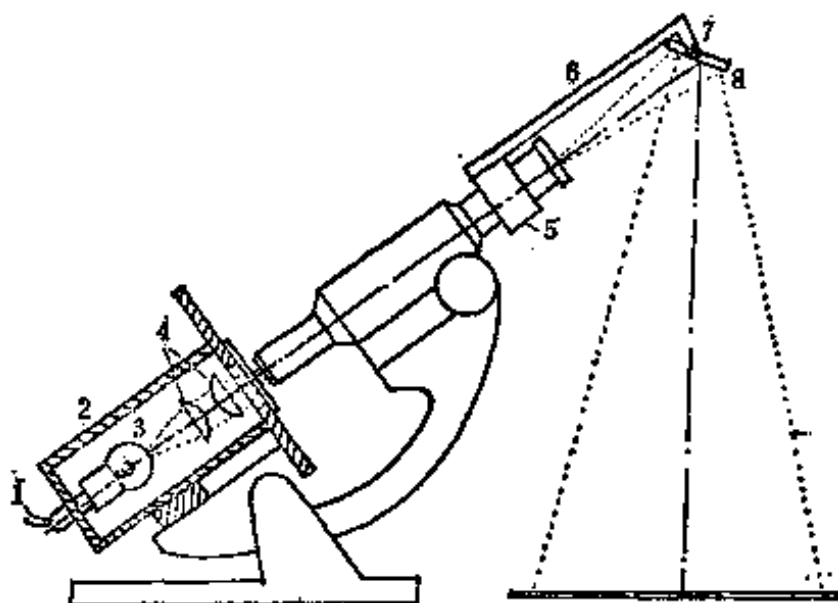


图 10-1-27 一种投影显微镜示意图

1—接电源 2—金属圆筒 3—照明灯泡 4—凸透镜(短焦距) 5—可转动的套筒 6—支架 7—镜夹 8—平面反射镜

求较高，不适于在车间现场使用，只供作为分析研究用。

2. 投影测定法

投影测定法是用投影仪将纤维的图象放大至屏幕上再进行观察和测量。

(1) 投影仪

投影仪的型式很多，现仅列举以下几种：

① 投影显微镜仪：一种投影显微镜仪如图 10-1-27 所示。

这是一种用普通显微镜改装成的投影显微镜。在载物台下装有一个聚光灯筒，使灯光聚集于载物片中心。目镜上方装有一个反射镜即可将目镜中的虚像投射到一个平面上成为实像，随后可进行观察和测量。

② 显微镜和投影两用仪：一种显微镜和投影两用仪如图 10-1-28 所示。

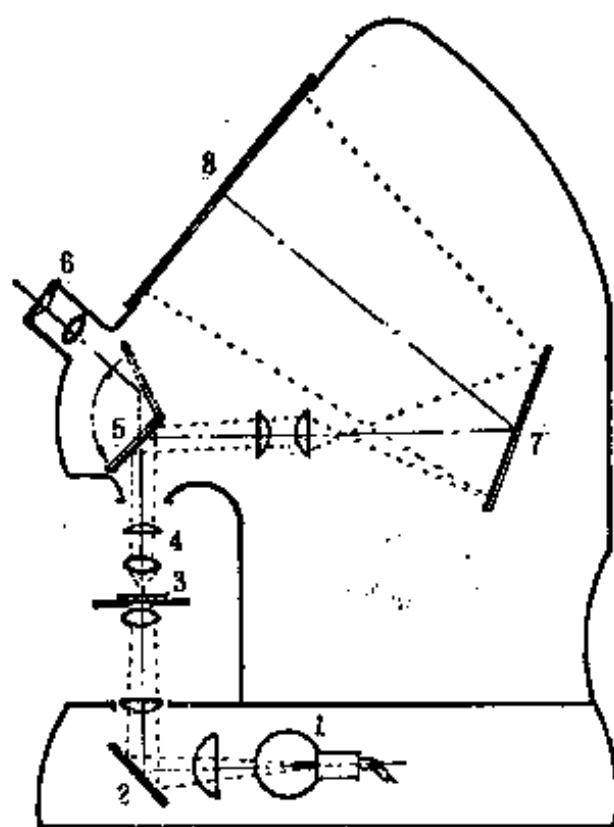


图 10-1-28 一种显微镜和投影两用仪示意图

1—光源 2—反射镜 3—载玻片 4—物镜 5—反射镜 6—目镜
7—反射镜 8—屏幕

反射镜 5 是可转动的，如转至上方的位置，则可用肉眼在目镜处直接进行显微镜观察。反射镜 5 如转至下方位置，则图象通过目镜反射至反射镜 7 再投射到屏幕上。屏幕是可转动的，其上刻有带刻度的标尺，可转动屏幕来直接测量纤维的长度和宽度。

③ 台式投影仪：一种台式投影仪如图 10-1-29 所示。

这是一种简单的投影仪示意图。测纤维长度时，投影仪放大率用 20~60 倍。投影仪主要是由光源、聚光镜、样品台、放大镜、测量台等部分组成。

样品台可在光源与放大镜之间平行移动以调节焦距。配备不同倍率的放大镜 2~3 个，以便于变更放大倍数，适应试验的需要。

测量台由反射镜、毛玻璃（屏幕）、台架等组成。

④ 水平投影仪：按 Tappi 标准 T232-68 所示的一种水平投影仪如图 10-1-30 所示。

⑤ 垂直投影仪：按 Tappi 标准 T232-68 所示的一种垂直投影仪如图 10-1-31 所示。

(2) 测量方法

投影法测量纤维长度的方法各有不同，现列举以下几种：

1) 直接测量法：

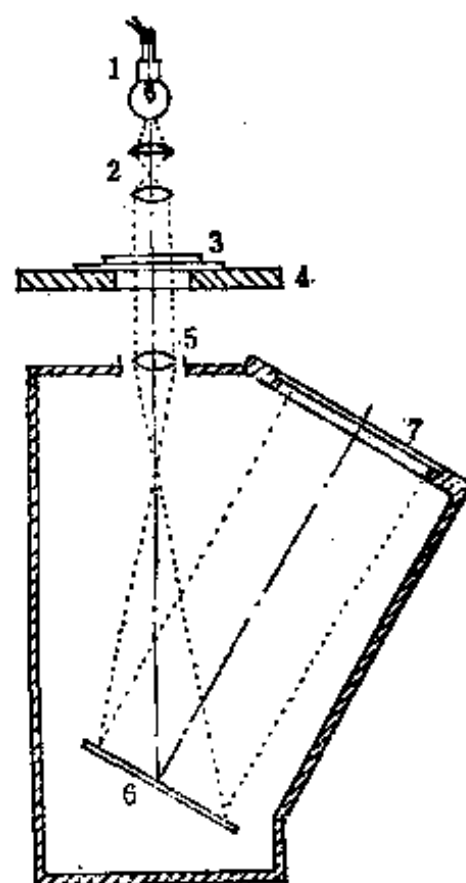


图 10-1-29 一种台式投影仪示意图

1—光源 2—聚光镜 3—试片 4—样品台 5—放大镜 6—反射镜 7—毛玻璃(屏幕)

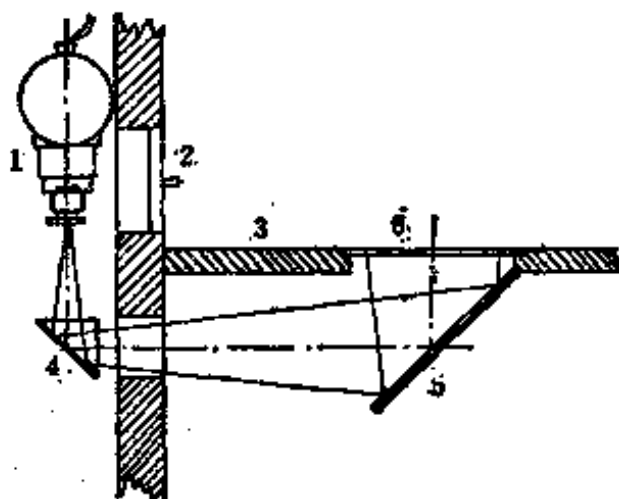


图 10-1-30 一种水平投影仪
示意图

1—放大镜或幻影机 2—放取试片的开口
3—平台 4—三棱镜 5—镀膜抛光板
6—磨砂玻璃(屏幕)

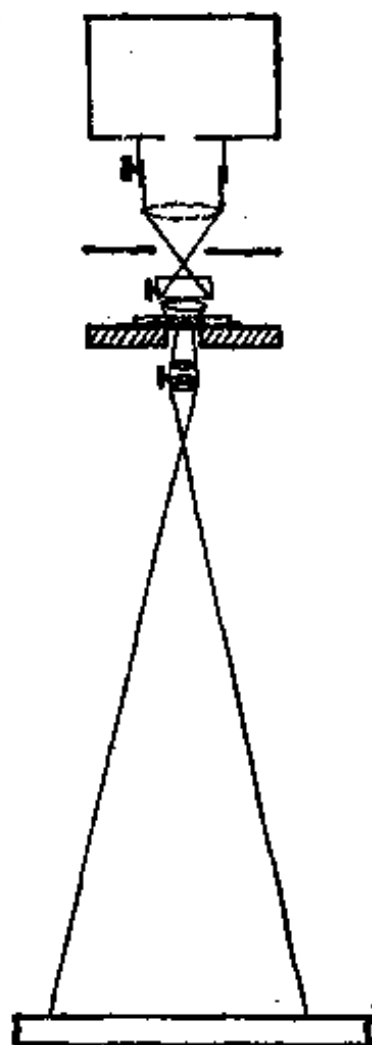


图 10-1-31 一种垂直投影
仪示意图

① 试片的制备：直接测量法的试片的制备大体与显微镜法的相同。

② 纤维的测量和计算：从成像屏幕的左上方开始，用尺子对每一根纤维进行测量，按纤维长度分成若干等级，记录下每一等级的根数，然后求其纤维平均长度和长度分布频率。

测量的纤维数不应少于 200 根。

2) 格网测量法：这种方法是在投影仪的投影屏幕上有由若干线条组成的网格，每对线条间的距离代表试片上一定的长度，

对于针叶木浆或长纤维浆为1毫米，对于阔叶木浆或短纤维浆为0.5毫米。

测量纤维长度的格网如图10-1-32 (Tappi标准T232) 所示。

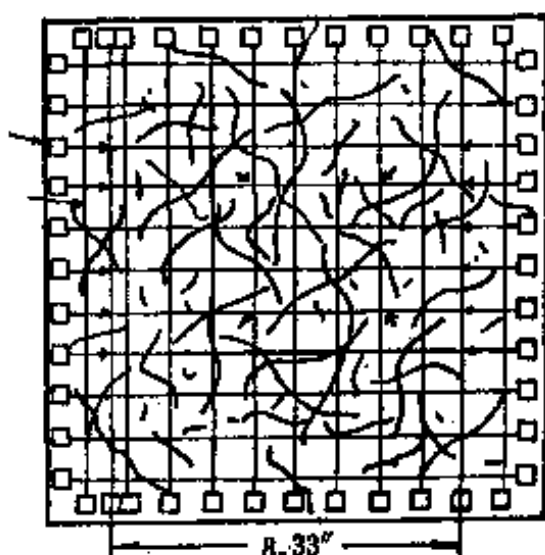


图 10-1-32 测量纤维长度的格网示意图

① 试片的制备：对浆料应首先进行筛分，分离出细料，或者预先知道细料的百分数。一种试片的制备方法是将少量纸浆悬浮液滴至载

玻片上；干后加上几滴染色液，用解剖针在载玻片上将纤维尽量理直并使其分布均匀。随后盖上盖玻片，用滤纸吸去多余的染色剂，然后进行观察。

② 纤维的测量：将试片放在投影仪上，使图象清晰地投射在带有网格的屏幕上。

从屏幕的中央位置选择一基本面积 (9 或 16 个 1 平方英寸的方格，或者是 36 或 64 个 0.5 平方英寸的方格)，自这一面积的左上方的网格开始依次记录每一根纤维以任何方向交叉格线的数目，小于 0.1mm 长的纤维忽略不计。

如果纤维的长度超过 0.1mm，但并未与格线相交，那么由于在一个网格内存有纤维的两端，则在表 10-1-23 中的第一排 (0 排) 的 B 项内记录两次。又如观察到的任何纤维的两端存在于一个网格内，并且成环形相交于一条或几条格线，那么记录的数字也应是两倍。当一根纤维的一端位于一个网格内，则记录下继续向右相交的格线的数目。

在这种测量方法中，应连续无遗漏地记录下每一根纤维相交的格线的数目。随后移动载玻片选择另一基本面积，再逐次测量记录下每根纤维相交格线的数目。

表 10-1-23

纤维交叉点的数目 (A)	纤维的根数 (B)	(AB)	(A ² B)
0 (0, 3)	20	6	2
1	58	58	58
2	42	84	168
3	38	114	342
4	23	92	368
5	16	80	400
6	3	18	108
7	1	7	49
		459	1495

测量纤维的根数不少于 200 根，最好是 300 根。

③ 计算：一种亚硫酸盐木浆的重量纤维平均长度的计算数据如表 10-1-23 所示。

上表中 A 栏是每根纤维相交于格线的数目，B 栏是以交叉点多少分组的每组中的纤维根数。以未与格线相交的超过 0.1mm 长的纤维的平均单位长度为 0.3mm 计，第二栏 B 与第一栏 A 相乘得出 AB 栏，AB 栏再乘以 A 得出第四栏 A²B。

第三栏和第四栏各自相加，其总数相除再乘以 $\pi/4$ ，并且乘以格线间的距离 1mm，这样得出 $(1495/459) \times (\pi/4) \times 1.0\text{mm} = 2.57\text{mm}$

在这个示例中，根据事先的测定，纸浆中含有 17.4% 的细料（长度小于 0.1mm 的纤维），这样，纤维的重量平均长度则是：

$$2.57 \times 0.826 = 2.12\text{mm}$$

由于长纤维和短纤维各自的单位长度和重量有所区别，为此应乘以校正系数，Tappi 标准中用的校正系数为 1.15。

这样，用格网法对这样示例以重量表示的重量纤维平均长度为：

$$2.12 \times 1.15 = 2.43\text{mm}$$

3) 测量轮法：本方法多配合使用台式投影仪进行测量。

① 测量的设备：

a. 试碟：试碟是用来承载试样的，由托盘、钢圈、盖玻片和底玻片组成，如图 10-1-33 所示。

底玻片上用氟化氢刻有七个区间，作为测量的标记。

钢圈的外径为 49mm，内径为 22mm，厚度为 2.63mm，两面磨光，面上有三圈沟纹，以增加钢圈与玻片间的摩擦力并保持试样不易干燥。钢圈夹在盖玻片与底玻片之间，形成容积为 1ml 的空间，用以放置试样。

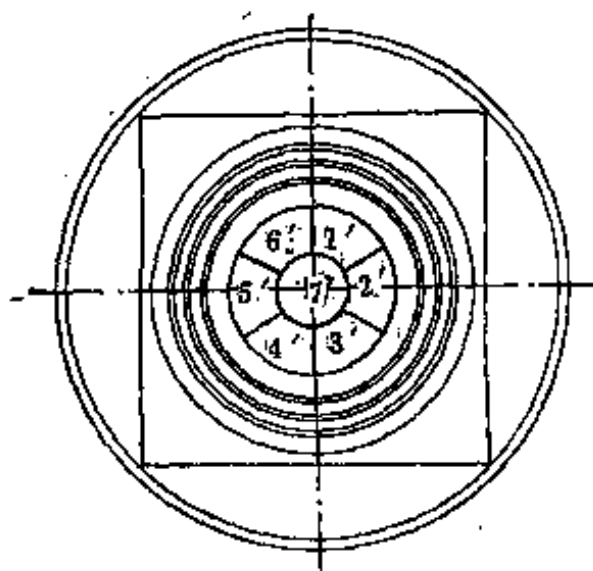
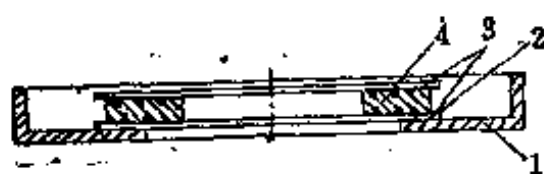


图 10-1-33 试碟示意图

1—托盘 2—底玻片 3—盖玻片 4—钢圈

托盘可由塑料板制成，用以承托试样进行测量。

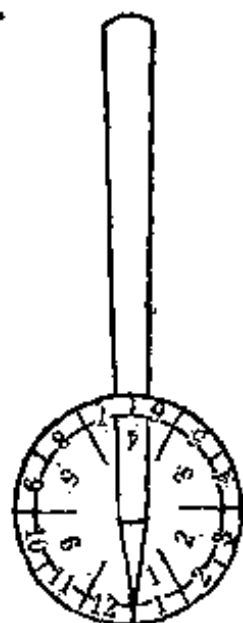


图 10-1-34 测量轮示意图

b. 测量轮，测量轮如图 10-1-34 所示，用以测量投影在屏幕上的纤维长度，可用有机玻璃制成。测量轮的直径与投影仪的放大倍数及纤维分组距离有关，可按下式计算：

$$\text{圆轮直径} = (\text{放大率} \times \text{分组距离} \times \text{刻度数}) / \pi$$

刻度数为测量轮圆周上的等分格数，一般分为 6 或 12 格。假如投影仪的放大倍数为 40 倍，纤维分组距离为 0.25mm，圆周分为 12 个等分时，

则测量轮的直径为：

$$\frac{40 \times 0.25 \times 12}{3.1416} = 38.2 \text{ mm}$$

测量轮的零点不刻在第一格的起点，而刻在第一格的中间，这是为了使后来组中值的数字便于计算。

c. 计数器：可选用医疗用的血球分类计数器。

② 试样的制备：取具有代表性的浆样约 0.1 g，用水湿润后再用手指揉搓，直至纤维分散，取其一部分置于 15ml 的试管中，加水少许剧烈摇动，使纤维充分分散。若试样为湿浆则可直接取样。

在试管中加入两滴 1% 刚果红溶液，两滴 6% 的 Na_2SO_4 (媒染剂) 水溶液，煮沸 2min，用水稀释至约 0.05% 的浓度，此时每毫升悬浮液内大约含 200~400 根纤维。

将染色后的纸浆悬浮液放至钢圈的盖玻片与底玻片之间，然后用托盘将试碟托起，放到投影仪上进行测量。

③ 纤维的测量：将试碟放在样品台上，调节焦距，使影像清晰，然后从底玻片上的第一个区距开始顺序加以测量。

先将测量轮的指针对准零点，并使其与纤维的一端重合，然后沿着纤维滚动，直至指针正指着纤维的另一端时为止，读取指针所指示的纤维长度组号。

对于较短的纤维原料，读取测量轮的外圈数据，组距为 0.25 mm。对于较长的纤维原料，读取测量轮的内圈数据，组距为 0.5 mm。

当纤维长度超过测量轮的周长时，则应在第一圈的基础上累计，此时第二圈的第一组即为第七组，第二组为第八组，依此类推。

每测一根纤维后就在计数器的相应组号内进一个数，这样便将所测纤维按不同长度级分别记录下来。

测量纤维的总根数一般不少于 200 根。分组数不能少于 6 组，通常是 6 至 12 组。

如果只测定算术平均纤维长度可在投影仪的测量台上用一种量图表进行测量，即将纤维的总长度用量图表累记下来，然后除以纤维的总根数即为算术平均纤维长度

④ 试验结果的计算及表示方法：比较常用的纤维长度的表示方法有两种。

a. 算术平均纤维长度：

$$L_n = \frac{\text{纤维总长度}}{\text{纤维总根数}} = \frac{N_1 l_1 + N_2 l_2 + \dots + N_n l_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} = \frac{\sum N l}{\sum N}$$

式中 N 代表从计数器读取的每组纤维的根数， l 表示组中值*。

b. 重量平均纤维长度：从定义上说，各单根纤维的长度与该纤维重量乘积的总和被所测纤维的总重量除之，即为重量平均纤维长度。按分组方法计算时以 l 代表各组纤维的平均长度， w 代表各组纤维的重量，则：

$$L_w = \frac{l_1 w_1 + l_2 w_2 + \dots + l_n w_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

实际上要测取每根纤维的重量或每组纤维的重量是不可能的，一个相近的计算即将同一试样中纤维单位重量视为一常数 K ，则：

$w_1 = K l_1 N_1$, $w_2 = K l_2 N_2$, N 为不同组内纤维的总根数。

$$\begin{aligned} L_w &= \frac{l_1 K l_1 N_1 + l_2 K l_2 N_2 + \dots + l_n K l_n N_n}{K l_1 N_1 + K l_2 N_2 + \dots + K l_n N_n} \\ &= \frac{l_1 \cdot l_1 \cdot N_1 + l_2 \cdot l_2 N_2 + \dots + l_n \cdot l_n N_n}{l_1 N_1 + l_2 N_2 + \dots + l_n \cdot N_n} \\ &= \frac{\sum N l^2}{\sum N l} \end{aligned}$$

⑤ 计算示例：对毛竹纤维用测量轮法测得的实际数据如表 10-1-24 所示。

* 组中值即为组中纤维长度平均值。

表 10-1-24

组号	组距 (mm)	组中值 l (mm)	组中值平 方 l^2	各组纤维 根数, N	纤维根数乘 组中值, Nl	纤维根数乘组中 值平方, Nl^2
1	0.1~0.25	0.2	0.04	20	4	0.8
2	0.25~0.75	0.5	0.25	37	18.5	9.3
3	0.75~1.25	1.0	1	41	41	41
4	1.25~1.75	1.5	2.25	38	57	85.5
5	1.75~2.25	2.0	4	17	34	68
6	2.25~2.75	2.5	6.25	23	57.5	143.8
7	2.75~3.25	3.0	9	17	51	153
8	3.25~3.75	3.5	12.25	4	14	49
9	3.75~4.25	4.0	16	3	12	48
10	4.25~4.75	4.5	20.25	0	0	0
11	4.75~5.25	5.0	25	0	0	0
12	5.25~5.75	5.5	30.25	0	0	0
总计				200	289	598.4

$$\text{算术平均纤维长度} = L_n = \frac{\sum Nl}{\sum N} = \frac{289}{200} = 1.45 \text{ mm}$$

$$\text{重量平均纤维长度} = L_w = \frac{\sum Nl^2}{\sum Nl} = \frac{598.4}{289} = 2.07 \text{ mm}$$

能反映造纸实际的纤维长度测量方法是重量平均纤维长度法。

4) 自动计数法

这种方法也是在投影仪上连续测量纤维的长度, 并分别由仪器自动记录下来的。这些数据经过电子计算机贮存、放大而计算出纤维平均长度。

(3) 算术和重量纤维平均长度的比较。

3. 筛分法

纤维筛分法可用于测定纤维的平均长度, 也可了解纸浆中不同长度的纤维的组成比例, 并能更深入地研究打浆过程中纸料的

变化，以便控制纸浆的质量。

筛分仪的种类很多，现分述如下：

(1) 保尔-麦耐特 (Bauer-McNett) 筛分仪

1) 仪器结构

① 保尔-麦耐特筛分仪是由四个筛分槽组成，每一筛分槽的结构如图 10-1-35 所示。

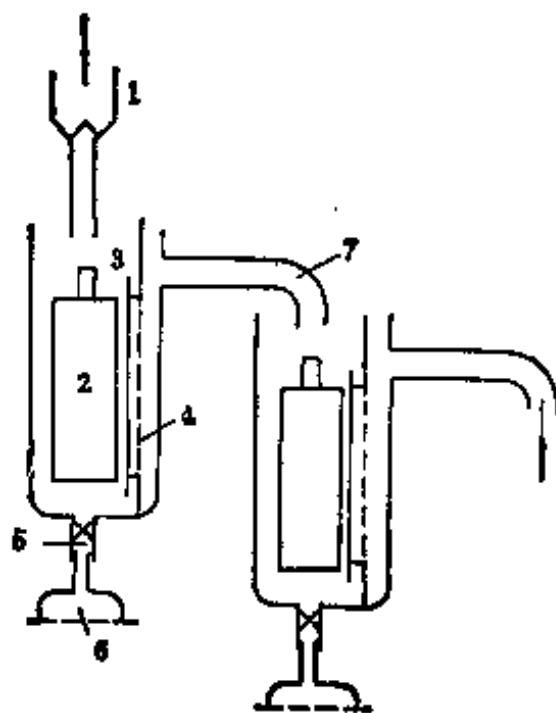


图 10-1-35 保尔-麦耐特筛分槽结构示意图

1—漏斗进料 2—搅拌器 3—隔板 4—筛板 5—排水管 6—带有过滤布的容器 7—溢流

② 筛分槽的长度为 320 mm，宽度为 127 mm，高度为 355 mm。

③ 筛分槽的一侧有一块可以拆卸的正方形筛板，其面积约为 335cm^2 。

④ 四个筛分槽的安放位置是逐渐降低的，成阶梯形排列，纸

料从第一槽通过筛板后流入第二槽，再由第二槽流到第三槽，余类推。

⑤ 每一筛分槽内有一直立搅拌，其转数为 $580\text{r}/\text{min}$ 。搅拌结合着中央隔板的作用使流体在隔板与筛板之间产生很高的速度。并且由于横向流动而穿过筛板的筛缝的速度较低，这就可以让细小纤维通过筛孔，而粗大纤维又不致堵塞筛缝。

⑤ 四个筛分槽的筛板眼孔大小按顺序逐渐减少，一般筛分仪的筛板有三套规格，如表 10-1-25 所示。

表 10-1-25

号 数	筛板规格	筛 板 目 数			
		第一块	第二块	第三块	筛四块
1	粗号筛板	14	28	48	100
2	中等筛板	20	35	65	150
3	细号筛板	28	48	100	200

2) 操作方法

① 取约 10 g 有代表性的绝干纸浆，用打散器充分疏解开后，加进水，调节到约 1% 的浓度。

② 将清水放入各筛分槽，直到恰好溢流为止，再调节流量，使水以 $113.55\text{L}/\text{min}$ 的速度流进各槽。

③ 待各筛分槽盛满水后，开动搅拌器电机，并待流量达到规定值后，立即把浆料加进至第一筛分槽。搅拌器的转动使细小纤维通过筛孔，而粗大纤维阻留在筛板上。

④ 其他各槽的操作情况与第一槽完全相间。

⑤ 待筛分析经过 $20\text{min} \pm 10\text{s}$ 以后，停止向第一槽内给水。当最后的筛分槽停止溢流时，停止搅拌作用。

⑤ 从各筛分槽底部排泄口将槽内液体分别清洗入适当的容器。

⑦ 各筛分槽放空后，要严加注意用水清洗筛板和槽体。

⑧ 用已知重量的滤纸过滤出各槽的液体。

⑨ 残留物和滤纸一道放入称量瓶，用 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 的干燥箱进行干燥，直到恒重为止，以 0.01 g 的精度称重。

3) 计算：通过纸浆纤维的筛分结果，可以计算出平均纤维长度。

设： W ——加到筛分仪中的绝干纸浆重量， g

W_1, W_2, W_3, W_4 ——分别表示四个筛分槽中保留在每一筛板上的绝干纤维重量， g

W_5 ——代表通过最细一层筛板的绝干纤维重量， g

则：

$$W_5 = W - (W_1 + W_2 + W_3 + W_4)$$

当各筛分槽内纸浆的平均纤维长度不详时，可从干燥纸浆层中取少量纸浆用投影法或其他方法进行测定。

假如 l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 为各个组成中平均纤维长度 (cm)， L 为纸浆的重量平均纤维长度，则：

$$L = \frac{W_1 l_1 + W_2 l_2 + W_3 l_3 + W_4 l_4 + W_5 l_5}{W}$$

式中 W_1, W_2, \dots ——为保留在每一筛上的绝干纤维重量， g

L ——重量平均纤维长度

l_1, \dots ——每一部分中的平均纤维长度

W ——加到筛分仪上的绝干纸浆重量， g

由保尔—麦耐特筛分仪试验证明，通过细致的测定，保留在每一筛板上的平均纤维长度是相对稳定的。

(2) H. S型筛分仪

这一方法是以 5 g 绝干浆在 H. S 筛分仪上，控制 98 kPa (1 kg/cm^2) 水压连续冲洗 10 min 后，测量残留在各筛网上的纤维绝干百分含量。

1) 仪器结构:

① H. S型筛分仪仅有一个筛分槽, 主要由内外两个筒组成, 如图 10-1-36 所示。

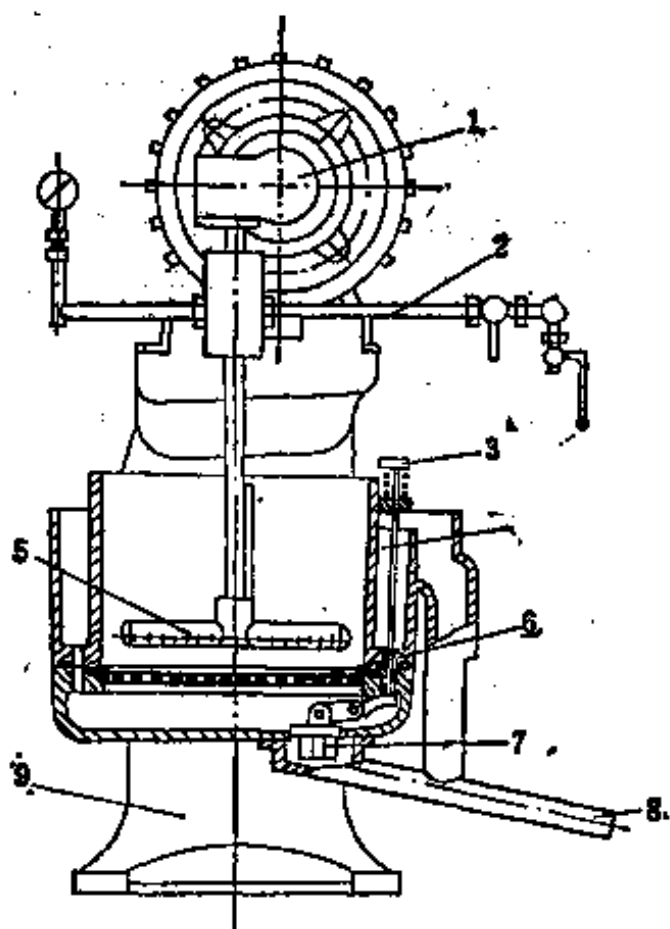


图 10-1-36 H. S型筛分仪结构示意图

1—电机 2—进水管 3—开关 4—外筒 5—管式搅拌器 6—筛板 7—排
泄口 8—排泄管 9—底座

③ 筛分仪的外筒的下部是可拆卸的, 当拆开时可以进行更换筛网。外筒的一侧有溢流管。

③ 内筒的底部是空的, 可将不同网目的筛网交替地安放在内筒底部的框架上。

④ 筛网的网目为 18 目、40 目、60 目、80 目和 100 目等五种。

⑤ 搅拌器是管式的, 其内可通入高压水, 并且在搅拌器下部的横管上开有无数孔眼, 这样一面搅拌, 一面即可喷下高压水。

2) 操作方法:

① 称取约5 g 绝干纸浆试样，用打散器充分疏解开以后，加进水，调节纸料悬浮液的浓度约 1%。

② 先全面检查仪器零件是否齐全，检查搅拌喷水管的孔眼是否有堵塞情况。拆开外筒的下部，将选好网目的筛网安放在内筒的框架上，随后再装好外筒的下部。

③ 打开进水阀，待筒内水位达到一定程度时，开动搅拌器，并准确控制水压为 98kPa (1kg/cm²)。

④ 当水开始从外筒溢流时，立即将已准备好的试样倒入内筒中，并开始记时，准确运转 10min。

⑤ 待达到规定时间后，首先关闭进水阀，然后停止搅拌器，并将筒底的排泄口打开。

⑥ 用水冲下粘附在筒壁或搅拌器上的纤维，使之全部积于筛网上。

⑦ 待水滤干后将筛网卸下，细心收集留在筛网上的全部纤维，并用绸布拧干后撕散，置于已称重的称瓶中，于 105 ± 2℃ 下干燥至恒重。

⑧ 将同样的纸浆试样用另一筛目的筛网进行另一试样的试验。

3) 计算：

筛网上纤维百分数 (X) 可按下列式计算：

$$X = \frac{R}{5} \times 100$$

式中 R 为残留在各筛网上的绝干纤维重量 (g)。

两分平行测定的误差不应超过 1%。

根据两种筛网上纤维量百分数的差，即可求得两种不同筛目的筛网间保留纤维量百分数。

(3) 赫鲁母 (Хрумов) 筛分仪

1) 仪器结构

① 赫鲁母筛分仪主要是由圆筒、筛网、下部的漏斗和三通活

塞组成，如图 10-1-37 所示。

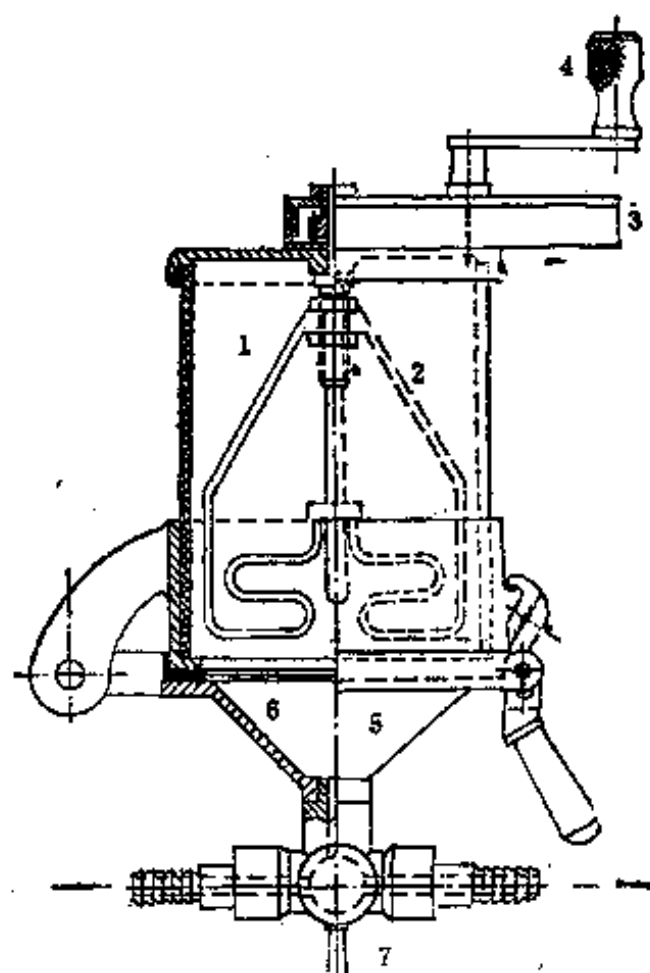


图 10-1-37 赫鲁母筛分仪结构示意图

1—玻璃圆筒 2—搅拌器 3—齿轮 4—手柄 5—可拆卸的漏斗
6—筛网 7—三通活塞

② 玻璃圆筒的容积为 1.2L，圆筒内有搅拌器，它借助于装在筒盖上的齿轮来转动，并由人工转动手柄来调节搅拌器的转速约为 250r/min。

③ 圆筒内壁有刻度，从底部到达这一刻度的圆筒容积恰为 1L。

④ 在圆筒下部有可拆卸的漏斗，其容积为 0.1L。

⑤ 在圆筒和漏斗之间可安放筛网，筛网框直径为 115mm，筛网直径为 100mm，筛网的网目有 25、50、100 目三种。

⑥ 在漏斗的下部有三通活塞，其两端一个是进水管，一个是排水管。

2) 操作方法

① 用螺栓调节仪器使其保持在水平的位置,在圆筒与漏斗之间装上 25 目的筛网,扣上有橡皮衬垫的漏斗部分使其不漏水。

② 转动三通活塞通入清水至可拆卸的漏斗中,当清水刚刚超过网面,关闭清水节门。

③ 取相当于2 g 绝干纸浆的浆样在打散器中打散,随后倒入圆筒内,再通入清水直至液位刚好达到刻度。

④ 关好圆筒的顶盖,转动手柄开动搅拌器,保持其转数约为 250r/min,搅拌 1min 后,转动三通活塞,将液体排至容积为6L 的容器内。

⑤ 当圆筒内液体流完时,转开三通活塞,再次向圆筒内注入清水至刻度处,开动搅拌器 0.5min,再将圆筒内液体排至—6L 的容器内。以上是第一次洗涤,随后用同样方法进行第二次洗涤,液体同样排至—6L 的容器内。

⑥ 待水滤干后将筛网卸下,细心收集留在筛网上的全部纤维,在烘箱内烘至恒重,并称重。

⑦ 在圆筒和漏斗之间更换上 50 目筛网,先通清水充满漏斗,并刚好超出筛网,随后倒入收集到的液体,操作方法同前。待全部收集到的液体通过筛网后,再进行一次洗涤。

⑧ 待水滤干后将筛网卸下,细心收集留在筛网上的全部纤维,在烘箱内烘至恒重,并称重。

⑨ 再在圆筒和漏斗之间更换上 100 目筛网,操作方法同前,使收集到的液体全部通过筛网。待水滤干后将筛网卸下,细心收集留在筛网上的全部纤维,在烘箱内烘至恒重,并称重。

3) 计算

① 留在 25 目筛网上的粗纤维K的百分率如下式所示:

$$K = \frac{100 A}{P} (\%)$$

式中 A ——留在 25 目筛网上的纤维重 (g)

P ——用于筛分的全部绝干纤维重 (g)

② 留在 50 目筛网上的中等纤维 C 的百分率如下式所示:

$$C = \frac{100B}{P} (\%)$$

式中 B ——留在 50 目筛网上的纤维重 (g)

P ——用于筛分的全部绝干纤维重 (g)

③ 留在 100 目筛网上的小纤维 M 的百分率如下式所示:

$$M = \frac{100D}{P} (\%)$$

式中 D ——留在 100 目筛网上的纤维重 (g)

P ——用于筛分的全部绝干纤维重 (g)

④ 细小纤维 (粉末)

$$M_{\text{小}} = 100 - (K + C + M) (\%)$$

式中 K , C , M 分别为粗纤维、中等纤维和小纤维的百分率。

(4) 克拉克 (Clark) 筛分仪

克拉克筛分仪如图 10-1-38 所示。

① 这种筛分仪主要是由直径为 30.5cm 的上下两个转鼓组成, 转鼓内装有青铜筛板, 上一转鼓的筛板是 20 或 28 目, 下一转鼓的筛

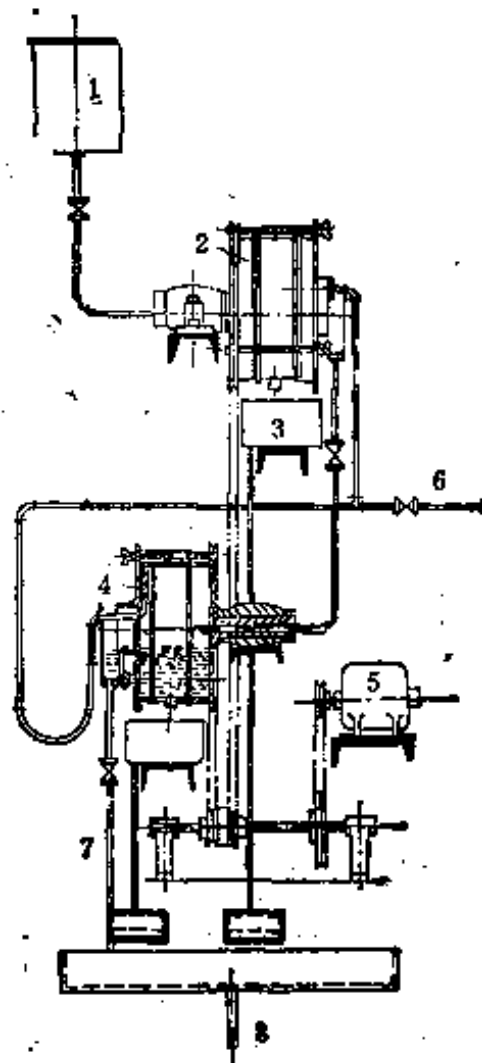


图 10-1-38 克拉克筛分仪结构示意图

1—定位槽 2—混合槽 3—第一转鼓
4—第二转鼓 5—电机 6—清水管
7—排泄管 8—溢流管

板是 48 或 100 目。

② 两个转鼓由同一电机带动，转鼓的转数均为 48r/min 。

③ 取 $4\sim 6\text{g}$ 浆样，先在打散器内打散，稀释至每克浆样的容积为 15L ，然后使其流入第一转鼓进行筛分，而穿过筛板的纸浆悬浮液再流进第二转鼓进行筛分。

④ 筛分的时间为 5min 。

⑤ 再现性保持在 1% 的范围内。

此外尚有一种四鼓式克拉克筛分仪。

(5) 回转式筛分仪

这种筛分仪类似于一种回转式筛选机，如图 10-1-39 所示。

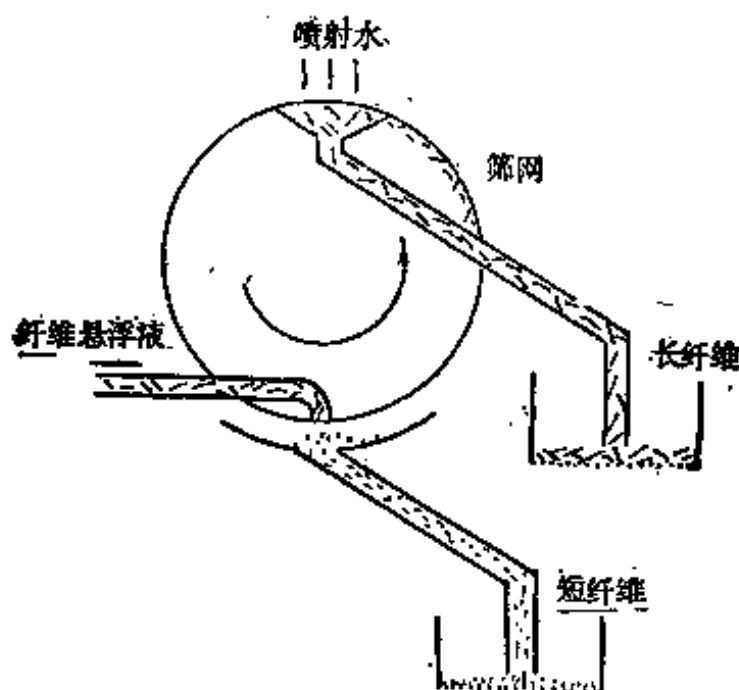


图 10-1-39 回转式筛分仪示意图

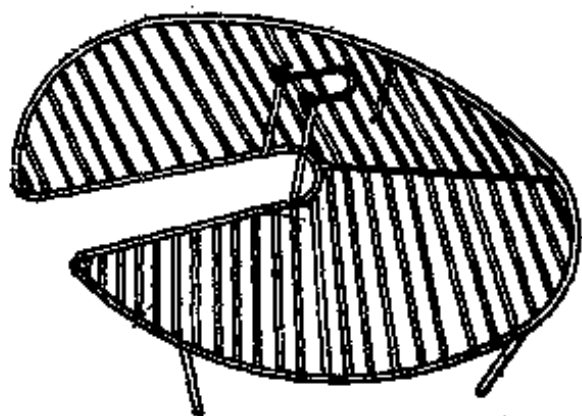
短纤维穿过筛孔，而长纤维保留在筛网上被水冲至贮存槽。

4. 湿重法

生产中采用的湿重法并不直接测定纤维的长度，而是用一特制的框架，使稀释了的纸料在一定条件下流过框架，在框架上挂住部分纤维。称取这部分湿纤维的重量（湿重），即代表纤维的平均长度。因为纤维的平均长度为湿重的函数，纸浆中纤维越长，

框架上挂住的纤维越多，湿重也越大。

这种方法仅是近似的测定法，因为纤维在框架上挂着的数量与许多因素有关，如纸料的性质、纸料的浓度及操作条件等。



一种我国常用的纤维框

架如图 10-1-40 所示。

图 10-1-40 一种测定纤维长度的框架

① 结构：框架为圆形，是用截面 2mm 的铜丝制成，直径 125 mm，框架一边有直到中心的凹口，以便放置在肖氏打浆度测定仪的升降轴上。框架共有筋条 25 根，每根厚 0.3mm，宽 2mm，长度不等，筋条与筋条之间相距 5mm。框架边缘有四根 20mm 长的支腿支在仪器盖上。框架上部有一活环，以便放在象限秤上或在天平上称量。

另外一种同一型式的框架的规格直径 120mm，筋条 16 根，宽 1mm，厚 0.5mm，重量 40 g。

② 操作方法：测定时，将框架置于肖氏打浆度测定仪的锥形盖上，框架即随着锥形盖一道落到容器中，然后按一般的操作方法，进行打浆度测定。当锥形盖提起时，部分纤维就悬挂在框架上。将框架取出，静置 2min，称取框架增加的重量，即为纸料纤维的湿重。

③ 换算和表示方法：湿重是一种快速测定纤维平均长度的方法，在生产实际中，可以直接运用湿重，例如以 5.9g、4.8g 等来间接表示纸料的纤维长度，而不进行换算。另外也可以进行换算。

不同浆种，不同配比，即是打浆度相同，但其湿重是不同的。在相同条件下，湿重与纤维平均长度有一换算系数，即纤维平均长度 = 湿重 × 系数。

每个框架由于制作的不一致，换算系数不相同。另外，不同浆种、不同配比，其系数也不相同。所以在生产上，在固定浆种、固定配比的条件下，每更换一次框架均要重新确定系数。

一种确定系数的方法是，在更换框架或改变浆种和配比后，由每个生产班组对打至一定打浆度的成浆进行留样，并至少 10 个以上。随后对每一试样作出湿重，并用显微镜法或投影法测量出其纤维平均长度。将所测得的湿重和纤维平均长度值代入系数 = $\frac{\text{纤维平均长度}}{\text{湿重}}$ 后，则计算出各各试样的系数，弃去其中数字相差悬殊的，再取平均值就可作为这一框架对于某一纸料的系数。这样在生产实际上从测得的湿重值，乘以系数则可大体得知该纸料的纤维平均长度。

(五) 比表面积的测定

打浆使纤维润胀和细纤维化，从而增加了纤维的比表面积。比表面积的大小对纤维的滤水速度、絮聚情况、纤维结合以及成纸的强度、透明度、多孔性等都有着重要的影响。

一般所讲的纤维比表面积是指每克绝干纤维本身所暴露的面积，用 cm^2/g 表示。

表 10-1-26

方法名称	简 单 说 明
银化法	这种方法是基于在纸浆悬浮液中纤维的表面上覆盖着一层厚约 $2\mu\text{m}$ 的胶体银薄层，然后在标准条件下测定这一银层对 H_2O_2 还原的催化能力，从而确定表面积的大小
渗透法	这一方法是根据水流通过疏松浆层的阻力来计算纤维的比表面积。国外有 Robertson 和 Mason 提出的方法，我国也有自行研究成功的方法
染色法	这种方法是基于在染色过程中纤维表面吸附了染料分子而消耗一定的染料量。染料吸附量的多少是随纤维比表面积的大小而相应变化的，因此染色法是借用分光光度计测定纤维对染料的吸附量，再换算成纤维的比表面积。染色法的染料可选用直接胺性珠红，其分子量为 813
吸附液氮法	在 -196°C 温度下让纤维表面吸附单分子层的氮分子，按吸附 N_2 量来推算纤维的比表面积

纤维比表面积的测定方法如表 10-1-26 所示。

以上四种方法以银化法比较简单适用。

四、打 浆 设 备

打浆设备的功用是让不符合造纸要求的纸料通过两个作相对运动的部件之间的间隙（如刀辊与底刀之间的间隙、磨盘与磨盘之间的间隙）时，经受一定程度的机械处理，而变成合乎造纸要求的纸料。

现今的打浆设备的分类如表 10-1-27 所示。

表 10-1-27

打浆设备	示 例
间歇式打浆设备	槽式打浆机
连续式打浆设备	锥形磨浆机、圆柱磨浆机、盘磨机
高浓打浆设备	圆柱形高浓磨浆机、圆盘形高浓磨浆机(高浓磨浆机)

生产中使用的打浆辅助设备有：石碾、水力碎浆机和高频疏解机等。

在打浆设备中，槽式打浆机是打浆设备的起源，它的打浆原理一直被沿用至今，其它类型的打浆设备都是在它的基础上发展演变过来的。盘磨机则是现代发展的、逐步被广泛采用的连续打浆设备。高浓盘磨机（即圆盘形高浓盘磨机）是实现高浓打浆工艺的关键设备，它是由一般低浓操作的盘磨机发展而来的。

（一）槽式打浆机

大约于 1690 年，在荷兰发明了打浆机。后来人们把它称之

为荷兰打浆机 (Hollander)。原始的打浆机，通过不断地革新，已出现了不同型式的打浆机。虽然打浆机与其他打浆设备比较，有间歇操作、占地面积大、动力消耗大、生产效率低等缺点，但由于它能处理各种不同性质的浆料，尤其是棉、麻、破布等长纤维浆料，并通过操作条件的改变，可获得不同要求的纸料，适应范围广和灵活性大。它适宜在造纸原料和纸张品种多变的纸厂中使用。

打浆机的工艺适应性强这一特点使它一直保留到今天，在现今国外的纸厂中的某些情况下仍有所采用，在国内的纸厂中也仍有使用，因此，它还有一定的生命力。

1. 打浆机的性能参数

(1) 飞刀辊 (打浆辊) 线速度

$$v = \frac{\pi D n}{60}$$

式中 v ——飞刀辊线速度 (m/s)

D ——飞刀辊直径 (m)

n ——飞刀辊转速 (r/min)

一般， $v = 7 \sim 12 \text{ m/s}$ 。

(2) 打浆面积 (飞刀与底刀的有效接触面积)

$$\begin{aligned} F &= k m_2 S_2 \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{m_1 S_1 b}{\pi D b} \cdot m_2 S_2 \frac{b}{\cos \alpha} \\ &= \frac{m_1 m_2 S_1 S_2}{\pi D} \cdot \frac{b}{\cos \alpha} \end{aligned}$$

式中 F ——打浆面积 (cm^2)

k ——接触率

$$\left(k = \frac{\text{刀辊上飞刀总面积 } m_1 S_1 b}{\text{刀辊的圆柱面积 } \pi D b} \right)$$

m_1 ——飞刀数

S_1 ——飞刀厚度 (cm)

b ——飞刀长度 (cm)

D ——飞刀辊直径 (cm)

m_2 ——底刀数

S_2 ——底刀厚度 (cm)

α ——底刀排列方向与飞刀辊轴线所成的夹角

(3) 切断能力 (切断速度)

它表示打浆机飞刀对底刀每秒钟切断纤维的刀口长度, 即切断纤维的能力, 或称切断速度。

$$v_A = m_1 m_2 \frac{b}{\cos \alpha} \frac{n}{60} \cdot \frac{1}{100}$$

式中 v_A ——切断能力 (m/s)

m_1 ——飞刀数

m_2 ——底刀数

b ——飞刀长度 (cm)

α ——底刀排列方向与飞刀辊轴线所成的夹角

n ——飞刀辊转速 (r/min)

(4) 打浆比压

$$p = \frac{Q}{F}$$

式中 p ——打浆比压 (飞刀辊作用于飞刀与底刀之间的浆层单位面积上的力) (Pa 或 kgf/cm²);

Q ——飞刀辊作用于底刀上的有效重力 (N 或 kgf)

F ——打浆面积 (cm²)

通常, $p \approx 100 \sim 2000 \text{ kPa}$ ($1 \sim 20 \text{ kgf/cm}^2$)。打游离浆, 选较大值; 打粘状浆, 选较小值。

(5) 撕裂能力

它表示打浆机打粘状浆的能力。

$$H = FV$$

式中 H ——撕裂能力 (cm^3/s)
 F ——打浆面积 (cm^2)
 V ——飞刀辊线速度 (cm/s)

(6) 刀口系数

它表示打浆机打游离浆、半粘状浆、粘状浆或者特别粘状浆的能力。

$$\gamma = \frac{V_s}{H} = \frac{1}{S_1 S_2}$$

式中 γ ——刀口系数 (cm^{-2})
 v_s ——切断能力 (cm/s)
 S_1 ——飞刀厚度 (cm)
 S_2 ——底刀厚度 (cm)
 H ——撕裂能力 (cm^3/s)

通常, γ 值为 5 时, 打游离浆;
 γ 值为 2.5 时, 打半粘状浆;
 γ 值为 2 时, 打粘状浆;
 γ 值 ≤ 1 时, 打特别粘状浆。

(7) 打浆系数

$$\mu = \frac{v_s}{F}$$

式中 μ ——打浆系数 [$1/(\text{cm} \cdot \text{s})$]
 v_s ——切断能力 (cm/s)
 F ——打浆面积 (cm^2)

打浆系数表示打浆机打游离浆或粘状浆的特性。 μ 值增大, 可提高打游离浆的能力; μ 值减少, 则提高打粘状浆的能力。

(8) 打浆效率

打浆时的有效功率消耗与总功率消耗的比值称之为打浆效

率。

$$\eta = \frac{N_0}{N} \times 100\%$$

式中 N_0 ——打浆的有效功率 (kw)

N ——打浆的总功率 (kw)

通常, $\eta < 50\%$

以上这些性能参数, 可根据需要进行选用。

2. 打浆机的刀辊、底刀和浆槽

(1) 刀辊

① 刀辊结构型式: 刀辊的结构有铁鼓式、铁盘式和石刀辊三种。其中, 铁盘式使用较为普遍; 石刀辊适用于打高粘状的纸料。

② 刀辊直径大小: 一般为 1000~1800mm。我国通用的槽式打浆机的刀辊直径是: $\phi 1000$, $\phi 1350$, $\phi 1400$ 和 $\phi 1500$ mm 四种。

③ 刀辊宽度: 刀辊宽度一般为刀辊直径的 1~1.2 倍。打游离浆时, 刀辊宽度可窄些, 大约等于刀辊的直径; 打粘状浆时, 刀辊宽度可宽些, 为刀辊直径的 1.1~1.25 倍左右。

我国通用的半浆机的宽径比为 0.71 和 0.93 两种; 成浆机的宽径比为 1 和 1.25 两种。

④ 刀槽的宽度: 用于疏解或混合作用时, 刀槽宽度为 50~60mm; 用于切断或分裂纤维为主时, 刀槽宽度为 30~40mm。

⑤ 刀槽的深度: 一般等于刀槽的宽度; 当刀槽的宽度较大时, 则刀槽的深度可浅些。

⑥ 飞刀片厚度

打极游离浆时, 飞刀厚度 1~3mm;

打游离浆时, 飞刀厚度 6~7mm;

打中等粘状浆时, 飞刀厚度为 8mm;

打粘状浆时, 飞刀厚度用 9~10mm;

打特别粘状浆时，飞刀厚度 11~15mm。

⑦ 飞刀的材质：飞刀材料一般采用高碳钢。为克服飞刀生锈而沾污浆料的缺点，以及提高刀片的使用期，需采用高锰钢或不锈钢飞刀。在处理不允许铁质混入纸料的高级纸（如照相原纸、钞票纸等）时，需采用磷青铜、铝青铜之类的飞刀。处理高粘状纸料（如电容器纸、描图纸等），通常需采用玄武岩石刀。

⑧ 刀辊的线速度：刀辊的线速度一般为 7~12m/s。半浆机取较低值，成浆机取较高值。

(2) 底刀

① 底刀的结构型式：刀片数为 15 以下的，常用单组底刀；底刀数为 15~20 片以上的，则常采用 2~3 组的多组底刀。一般，半浆机采用单组底刀，成浆机采用多组底刀。多组底刀对于飞刀辊的包角以 $58^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 为宜，一般不超过 70° 。

② 底刀的刀纹布置：底刀刀纹布置有人字形、倾斜形和波纹形等排列形式，但通常采用制造方便的倾斜形。倾斜角度一般为 $3^{\circ}\sim 7^{\circ}$ 。

③ 底刀的材质：通常，底刀取与飞刀相同的材料。玄武岩底刀用整块岩石凿打而成，刀纹直接刻在石块上，安装时直接放入底刀盒内。

④ 底刀片的尺寸：底刀厚度一般取飞刀片厚度的 $\frac{1}{2}\sim\frac{2}{3}$ ，通常小于飞刀片厚度 2~3mm 左右。

打游离浆，底刀厚度为 3~4mm；

打粘状浆，底刀厚度为 6~7mm；

打高粘状浆，底刀厚度为 8~12mm；

玄武岩底刀刀纹厚度一般为 5~35mm。

(3) 浆槽

① 浆槽的结构材料：浆槽一般采用钢筋混凝土结构，内壁磨光或衬以瓷砖。

② 浆槽的长宽比: 浆槽全长与全宽的比值一般为 $1.5 \sim 1.8$ 。比值小, 浆料循环较快。老式浆槽的长度比有的达 2.5 。

③ 浆槽隔墙两侧浆沟宽度的比例: 安装飞刀辊的浆沟较宽, 称为宽沟; 另一侧的浆沟, 提供浆料循环, 称为窄沟。宽沟与窄沟的比值一般为 $1:0.7$ 。为提高浆料的循环速度, 其比值可增至 $1:0.6$ 。

④ 浆槽壁厚度: 根据土建施工的需要以及保证有良好的防水性, 浆槽壁总厚度应取 120mm (中间钢筋基础壁 80mm , 内部防水层及衬瓷砖层 30mm , 外部抹灰 10mm) 或 120mm 以上。

⑤ 隔墙厚度: 取 100mm 。

⑥ 隔墙端部圆弧过渡的半径, 取 150mm 。

⑦ 浆槽底部的倾斜度, 一般取 $7 \sim 8\%$ 。

⑧ 山形部尺寸 (图 10-1-41): 山形顶端至刀辊水平中心线的垂直距离 H , 一般为 $100 \sim 250\text{mm}$ 。半浆机取低值, 成浆机取较高值。

山形顶端宽度 a , 一般小于 20mm 。

山顶与飞刀辊边缘的水平距离 S , 一般取如下数值:

小型打浆机为 $100 \sim 110\text{mm}$;

中型打浆机为 $150 \sim 170\text{mm}$;

大型打浆机不超过 250mm 。

⑨ 浆槽的长度: 浆槽容量的规格为 $3 \sim 12\text{m}^3$, 则浆槽长度一般为飞刀辊直径的 $3.5 \sim 4.5$ 倍。

⑩ 浆槽前墙高度, 一般为飞刀辊直径的 $0.6 \sim 0.7$ 倍。

⑪ 浆槽后墙高度, 一般等于飞刀辊直径, 或者再加高 $50 \sim$

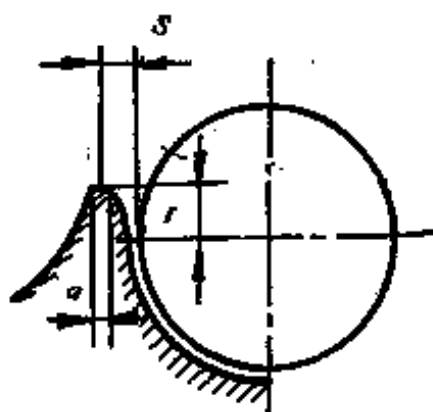


图 10-1-41 打浆机浆槽山形部尺寸

100mm。

3. 打浆机动力消耗的计算

(1) 打浆机动力消耗的实用计算法

① 打浆机有效功率消耗的计算

$$N_1 = \frac{\mu p F v}{102}$$

式中 N_1 ——打浆时有效功率 (kw)

p ——打浆比压 (kgf/cm²)

F ——打浆面积 (cm²)

v ——飞刀辊线速度 (m/s)

μ ——飞刀与底刀间的浆料摩擦阻力系数, 也称打浆系数。

在比压 0.686~0.882 MPa (7~9kgf/cm²) 时各种浆料的 μ 值如表 10-1-28 所示。

表 10-1-28

浆 种	亚硫酸盐木浆	破布浆	稻草浆	磨木浆	麻 浆
μ 值	0.116	0.128	0.136	0.144	0.170

② 打浆机总功率消耗的计算: 在老式打浆机中, 无效功率占总功率的 70~80%; 在新式打浆机中, 无效功率占总功率的 50~60%。所以, 打浆机总功率为

$$N = \frac{N_1}{1 - 70 \sim 80\%} \quad (\text{老式打浆机})$$

或
$$N = \frac{N_1}{1 - 50 \sim 60\%} \quad (\text{新式打浆机})$$

(2) 打浆机无效功率消耗的分项计算法

① 飞刀辊转动使浆料速度提高所消耗的功率

$$N_2 = \frac{1}{2} \frac{q}{g} (v_2^2 - v_1^2)$$

式中 N_2 ——飞刀辊转动使浆料速度提高所消耗的功率 (kw)

q ——单位时间浆料循环量 (kg/s)

g ——重力加速度 (9.81m/s²)

v_2 ——飞刀辊线速度 (m/s)

v_1 ——浆料循环速度 (m/s)

② 飞刀辊转动时与浆槽内浆料摩擦所消耗的功率

$$N_3 = \frac{Rv}{102} = K \frac{Fv^{m+1}}{102}$$

式中 N_3 ——飞刀辊转动时与浆槽内浆料摩擦消耗的功率(kw)

R ——飞刀表面与浆料的摩擦力 (kgf)

v ——飞刀辊的线速度 (m/s)

K ——系数, 钢刀 $K=0.153$

青铜刀 $K=0.143$

玄武岩刀 $K=0.415$

F ——浸没在浆料中除了与底刀构成打浆区之外的飞刀片面积 (m²)

m ——指数, 钢刀 $m=1.86 \sim 2.00$

青铜刀 $m=1.85$

玄武岩刀 $m=1.90 \sim 2.05$

③ 飞刀辊转动时与空气摩擦所消耗的功率

$$N_4 = \frac{R_1 v}{102} = K_1 \frac{F_1 v^3}{102}$$

式中 N_4 ——飞刀辊转动时与空气摩擦消耗的功率 (kw)

R_1 ——飞刀表面与浆料的摩擦力 (kgf)

v ——飞刀辊的线速度 (m/s)

K_1 ——系数, $K_1=0.07 \sim 0.08$ (刀的表面粗糙时取高值)

F_1 ——未被浆料浸没的飞刀片面积 (m^2)

④ 飞刀辊转动时转轴与轴承摩擦所消耗的功率

$$N_5 = \frac{\mu_0 P v_s}{102}$$

式中 N_5 ——飞刀辊转动时转轴与轴承摩擦消耗的功率 (kW)

μ_0 ——轴承摩擦系数

滑动轴承: $\mu_0 = 0.05 \sim 0.1$

滚动轴承: $\mu_0 = 0.005 \sim 0.01$

P ——由飞刀辊重量及皮带张力对轴承产生的压力 (kgf)

v_s ——轴颈的线速度 (m/s)

因此, 打浆机的无效功率应为

$$N_\mu = N_2 + N_3 + N_4 + N_5$$

4. 打浆机的类型与技术特征

我国生产中使用的打浆机有荷兰式(图 10-1-42)、改良荷兰

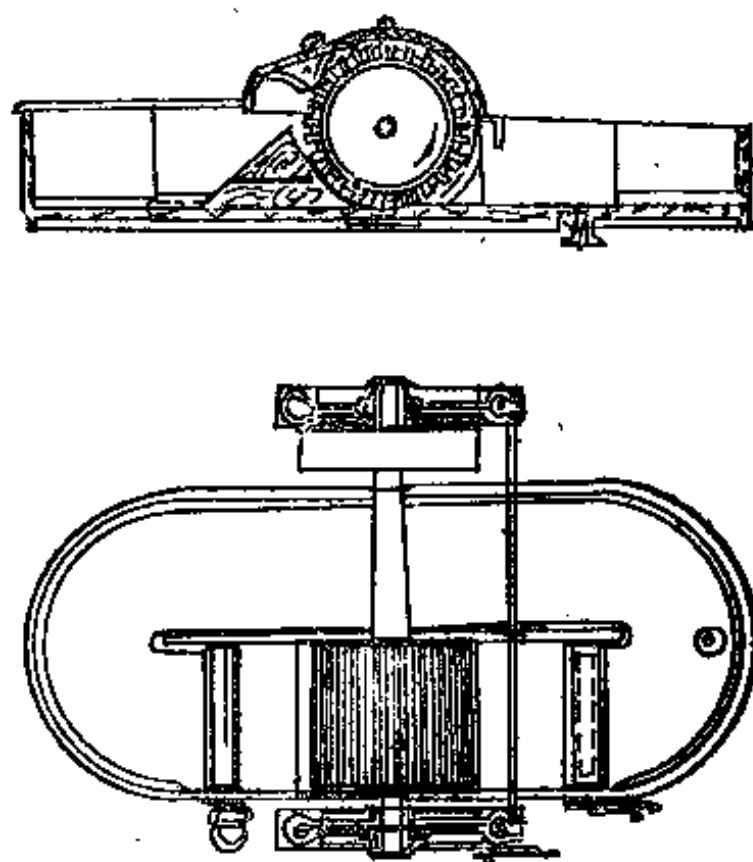


图 10-1-42 荷兰式打浆机

式、伏特式 (图 10-1-43)、华格纳式、EW 式、PMB 式等。

我国打浆机产品经整顿后的通用型号有: ZDC1、ZDC2、ZDC3、ZDC4 等四种。

通用型号打浆机的技术特征见表 10-1-29。

表 10-1-29

型 号	ZDC1	ZDC2	ZDC3	ZDC4
主要用途	处理成浆	处理成浆	处理半浆	处理半浆
生产能力(kg/池)	150	250	350	500
容量 (m ³)	3	5	7	10
刀棍尺寸 (mm)	φ1500×1250	φ1350×1350	φ1400×1200	φ1500×1400
刀棍转速(r/min)	180	180	136(满载时)	124(满载时)
刀棍线速 (m/s)	14	12.72	10(满载时)	9.75(满载时)
飞刀数量(把)	80	80(钢) 20(石)	78	87
底刀数量(组/把)	3/27	3	1/2+12	1/2+18
飞刀尺寸 (mm)	7或10(厚)		1200×120×8	1400×130×10
底刀尺寸 (mm)	5或8(厚)		1211×145× 6(10)	1408×150 ×5(10)
刀片材料	磷青铜	钢或石	55或65Mn	55或65Mn
洗鼓尺寸 (mm)	无洗鼓	八角形 1000×800— 一个	φ1000×1000, φ1200×1000 (60目/英寸)各 一个	φ1000×1100, φ1200×1100 (60目/英寸)各 一个
电动机型号、 功率 (kW)	JR82-6 40	JR3250M-6 55	JR115-8 60	JR117-8 80
电动机传动三角带 规格、数量			D型L=11200 8根	D型L=11200 9根
洗鼓传动带规格、 数量			平皮带, 三层, 宽63, L=4445, L=4540, 各一根	平皮带, 三层, 宽63, L=4720, 二根
排列方式	左、右手	左、右手	左、右手	左、右手
重量(包括电动机) (t)	7.1	8	9.5	12
设备满载总重量 (t)	10.1	13	16	22
动负荷系数: 设备 电动机	1.2~1.5 1.5	1.2~1.6 1.5	1.2~1.5 1.5	1.2~1.5 1.5

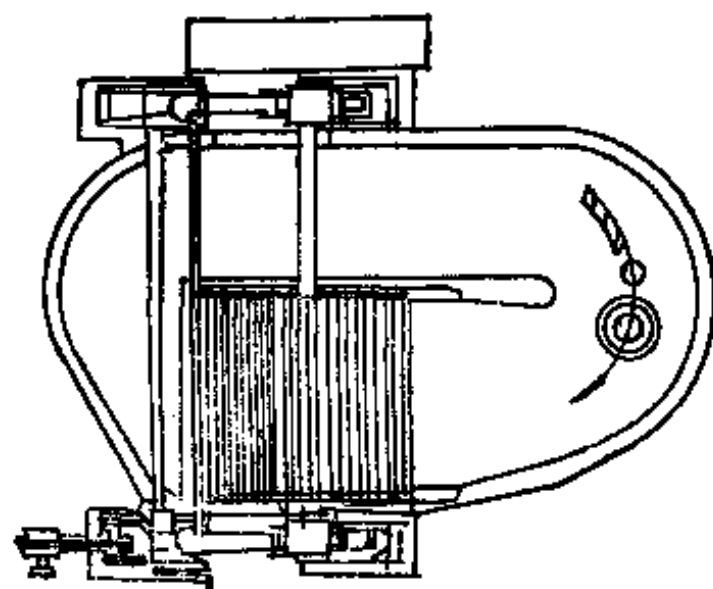
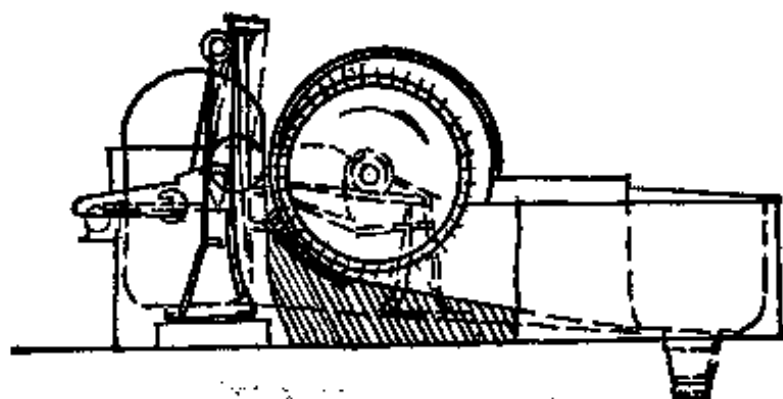


图 10-1-43 伏特式打浆机

表 10-1-30

序 号	1	2	3	4	5	6
容量 (m³)	3	4.5	6	8	12	16
浓度7%时的装料 量 (kg)	180	270	360	480	720	960
刀棍直径 (mm)	φ1250	φ1350	φ1500	φ1650	φ1800	φ2000
宽度	1250	1350	1500	1800	2000	2000
浆槽长度 (mm)	3945	4480	4975	5320	5520	5530
宽度 (mm)	2370	2620	2870	3270	3640	3340
飞刀数量(把)	72	80	88	96	104	116
底刀数量(把)	30	30	30	30	30	30
飞刀厚度 (mm)	7	8	8	10	10	10
底刀厚度 (mm)	5	5	5	5	5	5
刀棍转速 (r/min)	153	142	128	116	106	96
打浆需要功率*						
正常打浆 (kW)	18.4 ~22.1	29.4 ~33.1	33.1 ~36.8	40.4 ~47.8	58.8 ~66.2	66.2 ~73.5
重打浆 (kW)	25.7 ~29.4	36.8 ~40.4	40.4 ~44.1	47.8 ~52.9	73.5 ~80.9	80.9 ~88.2

* 用玄武岩刀时, 需用功率约大25~30%。

表 10-1-31

型 号	PMB-5	PMB-8	PM-6	PM-8
容量 (m ³)	5	8	6	8
刀辊 直径 (mm)	φ1300	φ1500	φ1540	φ1800
宽度 (mm)	1300	1700	1250	1500
浆槽 长度 (mm)	4500	6200	5735	5500
宽度 (mm)	2050	3500	2600	3080
高度 (mm)	—	1100/2050	980/1510	1200/2000
飞刀数量(把)	90	96	81	96
底刀数量(把)	36	36	30	30
飞刀厚度 (mm)	6~8	10	8~10	10
底刀厚度 (mm)	4~6	4~6	5	5
刀辊转速 (r/min)	155	128	120	110
刀辊线速 (m/s)	10.5	10.0	9.7	10.3
放浆阀门直径 (mm)	φ150	φ350	φ300	φ300
洗浆用阀门直径 (mm)	φ150	φ200	φ100	φ100
皮带轮直径 (mm)	φ1630	φ1970	φ1800	φ2800
宽度 (mm)	348	462	400	450
设备重量 (kg)	—	13,100	9,600	12,280
外形尺寸(长×宽×高, mm)	—	5200 ×5700 ×1300	5735 ×3940 ×2347	6500 ×4420 ×2550

伏特式打浆机的技术特征见表 10-1-30。

PMB 式打浆机的主要技术特征见表 10-1-31。

5. 打浆机的图例

打浆机的图例如图 10-1-44 至图 10-1-51 所示。

6. 打浆机的维护

(1) 换刀

随着打浆操作的进行, 打浆机的飞刀与底刀, 由于摩擦作用 (有时还伴随有腐蚀作用) 而逐渐损蚀, 刀片的高度会逐渐减少, 刀间的槽变得越来越浅, 通过刀槽的送浆量因而减少, 致使浆料在打浆机浆槽中的循环速度降低, 直接影响了打浆机的生产效率。因此, 在打浆机操作一段时间后, 刀片已损蚀到一定程度时, 必须把刀片间的填木去掉一部分, 使刀槽的深度加深。一旦刀片磨

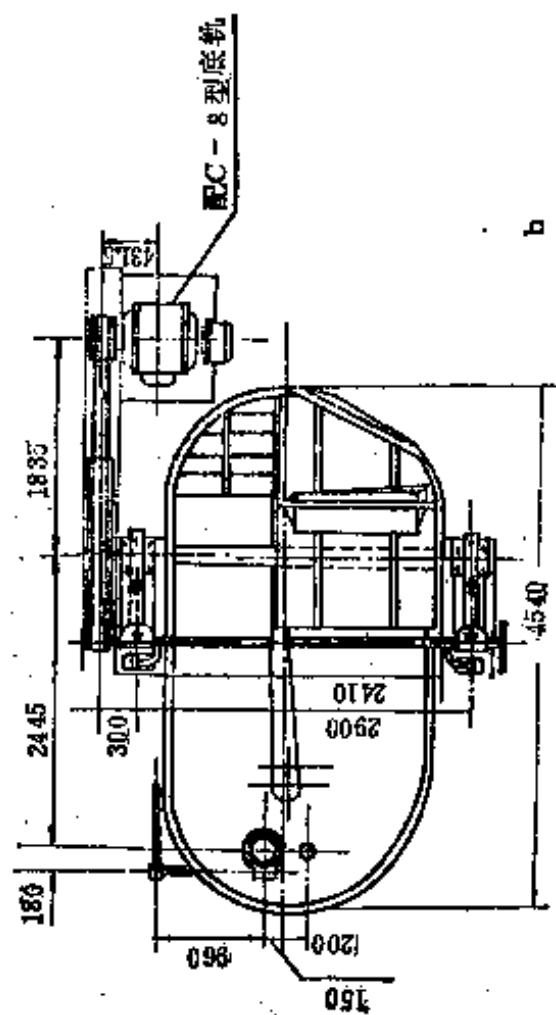
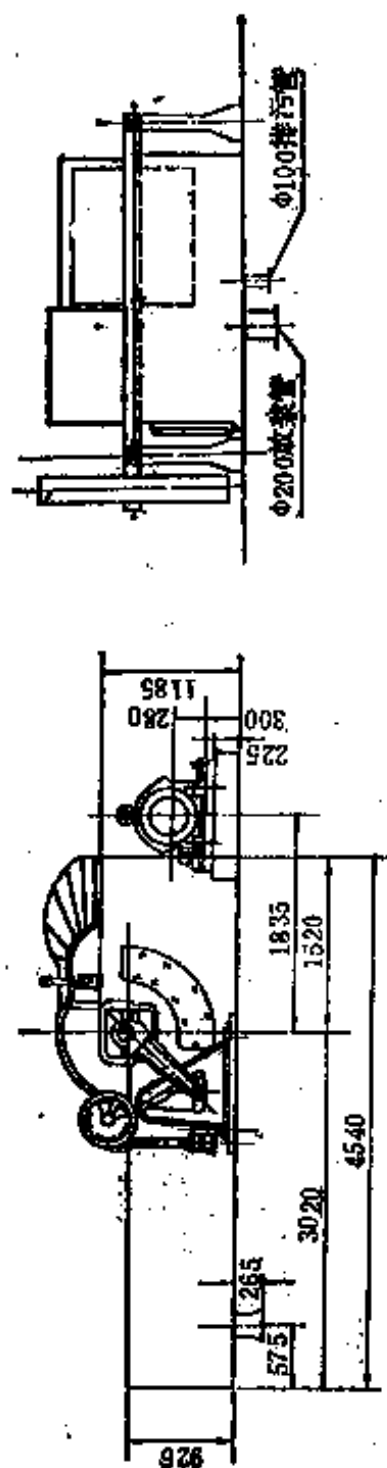


图 10-1-44 3m³槽式打浆机(左手机)外形尺寸图

a-主视图 b-俯视图 c-左视图

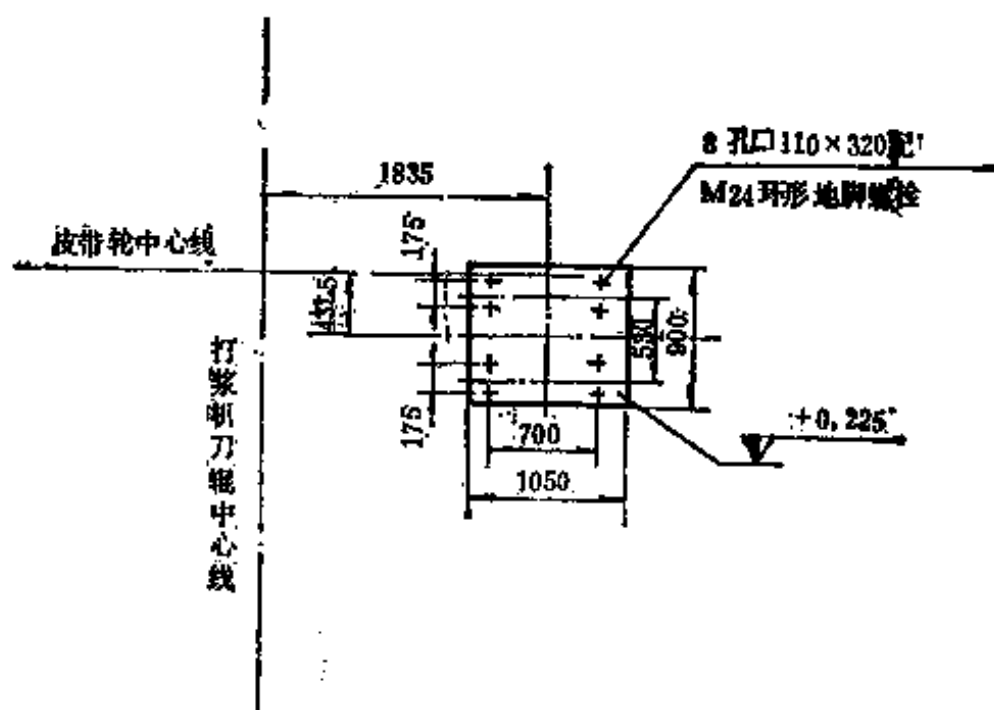


图 10-1-45 3m³槽式打浆机(左手机)安装基础图

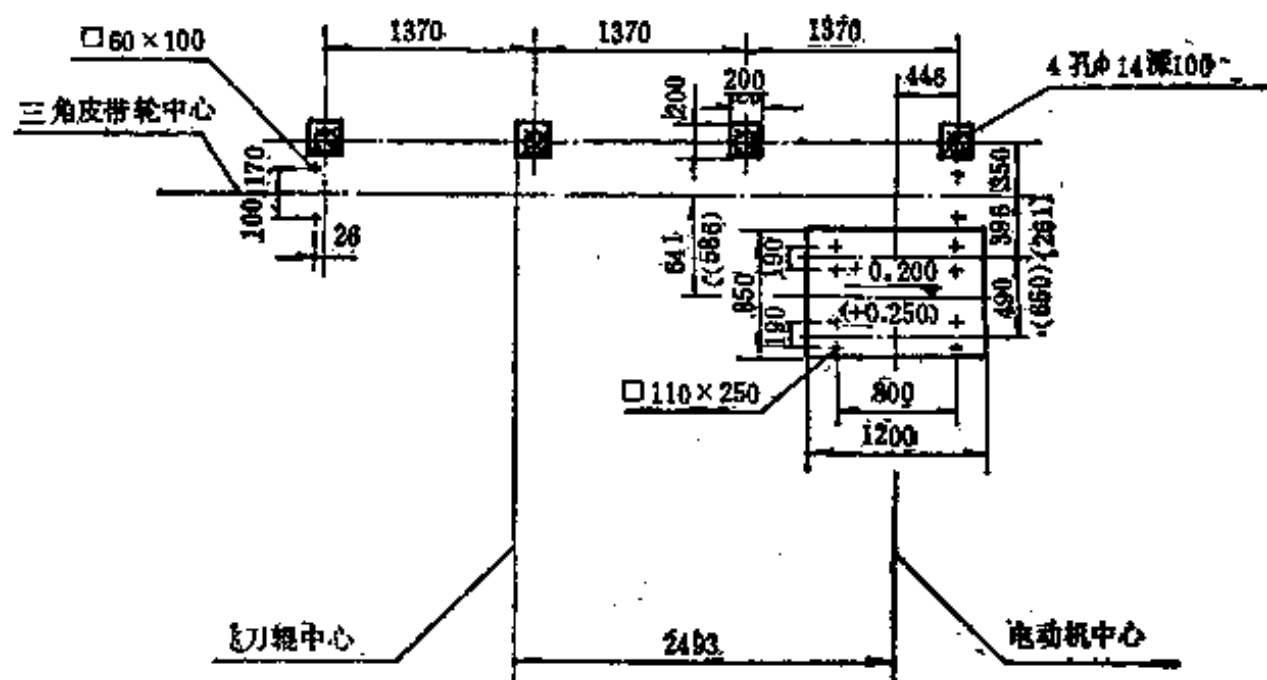


图 10-1-46 4.5m³槽式打浆机(左手机)安装基础图

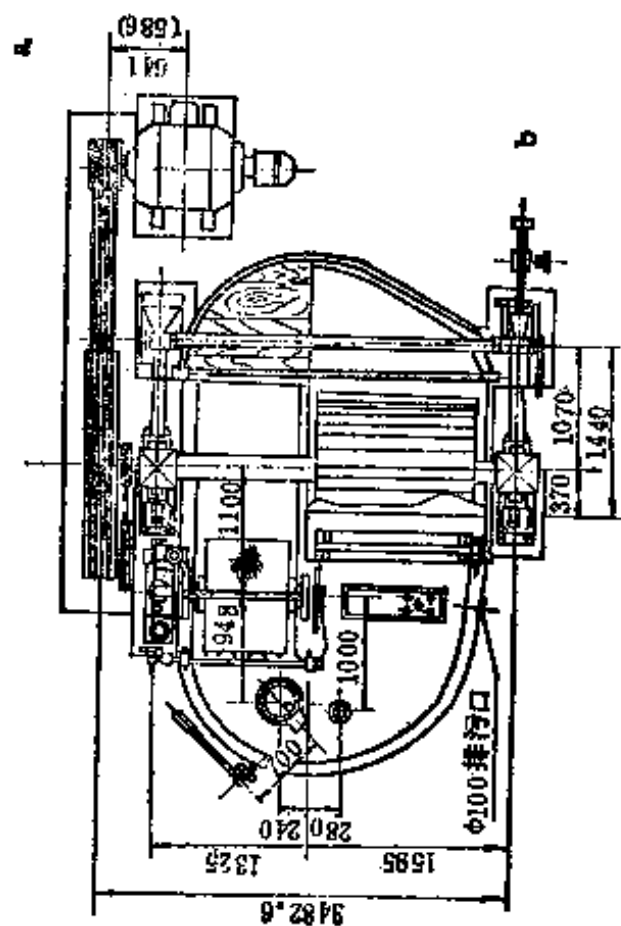
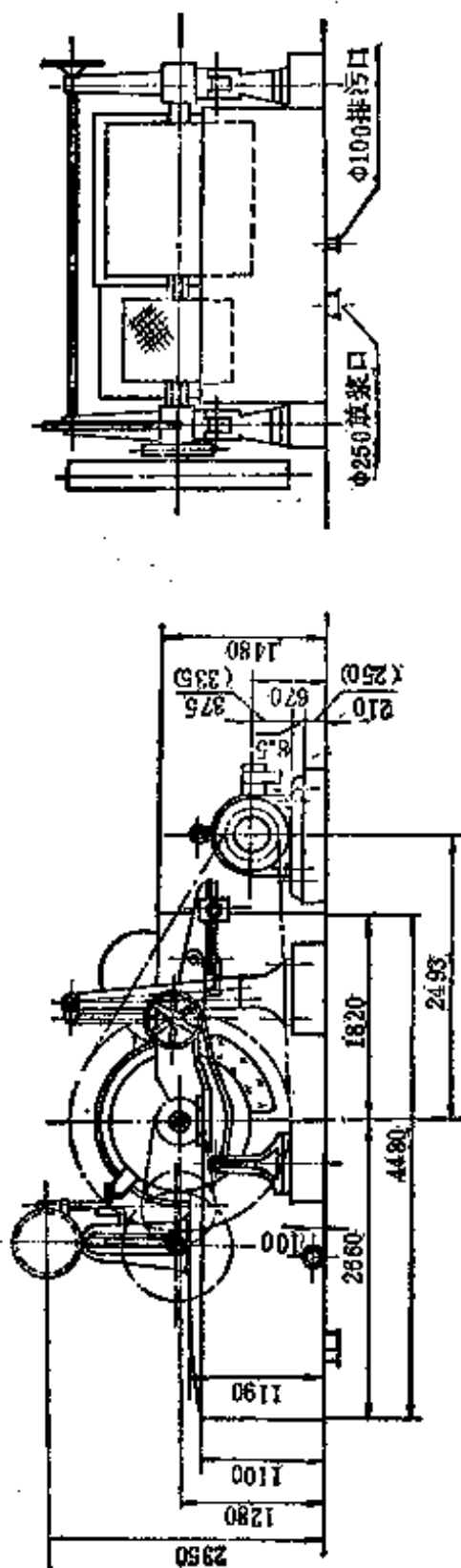


图 10-1-47 4.5m³槽式打浆机(左手机)外形尺寸图

a-主视图 b-俯视图 c-左视图

损严重，再不能用上述做法来加大刀槽深度时，则必须进行换刀。

换上新刀的飞刀辊，先在车床上加工刀辊的圆柱面，然后再装入打浆机内。飞刀辊装进打浆机之后，通常在飞刀辊附近撒上些砂子，并放入一部分水于浆槽中，然后开动打浆机，慢慢降下飞刀辊，让飞刀与底刀相对自磨吻合。研磨一段时间之后，停机检查飞刀与底刀的吻合情况。检查时，可先在飞刀辊表面上涂上一层色料，并在飞刀辊与底刀之间放入浆板，然后落下飞刀辊，使飞刀触压着浆板，这时浆板上即印出飞刀的痕迹。当痕迹的长度与飞刀片的长度一致时，即可停止磨刀；若不一致，则还需继续研磨至吻合。

底刀磨损到一定程度，飞刀辊降下时离山形部就会很近，此时应将底刀从底刀盒中抽出，在下面垫上木板把底刀位置升高。当底刀磨损严重时，则需将飞刀间的填木去掉一部分，或者更换新刀。

底刀磨损比飞刀快，一般在更换一次飞刀的期间内，底刀需更换数次。

(2) 清洗作业

打浆机操作一段时间之后，浆槽内壁和输浆管道的管壁会粘附上一些脏浆和脏杂物，必须注意清洗干净，以保证浆料洁净以及流动、循环通畅无阻。另外，还必须经常保持打浆机及其辅助设备或附属设备的清静。为了生产出洁白的纸张，清洗作业是打浆机维护工作的重要一环。

(3) 木质结构的保湿工作

通常，打浆机中的飞刀辊罩、洗鼓、溜浆槽等均为木质结构。停机时间，需用水把这些木质结构喷淋润湿，以免干涸龟裂。停机时间较长，必须在浆槽中注满清水，并不时开动飞刀辊，让它转动而均匀湿润，以免飞刀间的填木干燥收缩、刀片松动。

(二) 锥形磨浆机

1. 锥形磨浆机的结构 (图10-1-52)

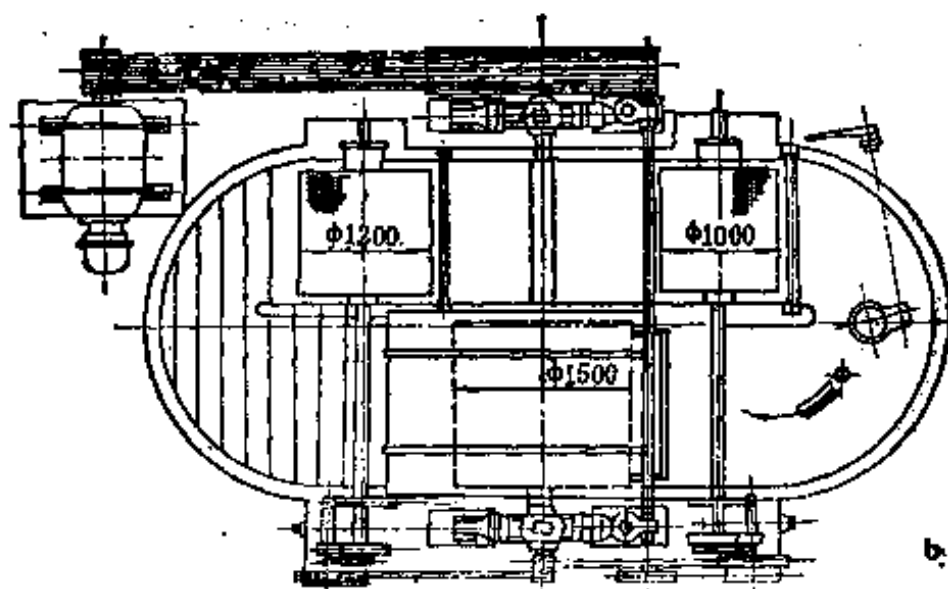
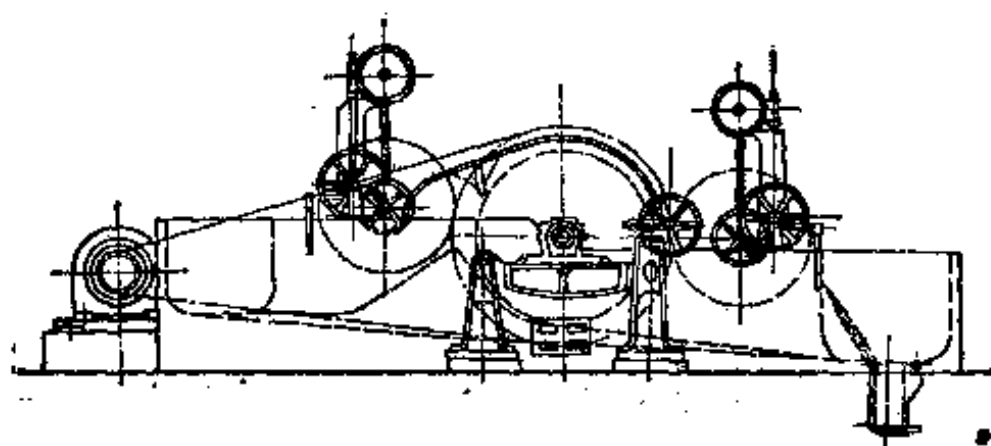


图 10-1-49 10m³槽式打浆机(右手机)外形图

a—主视图 b—俯视图

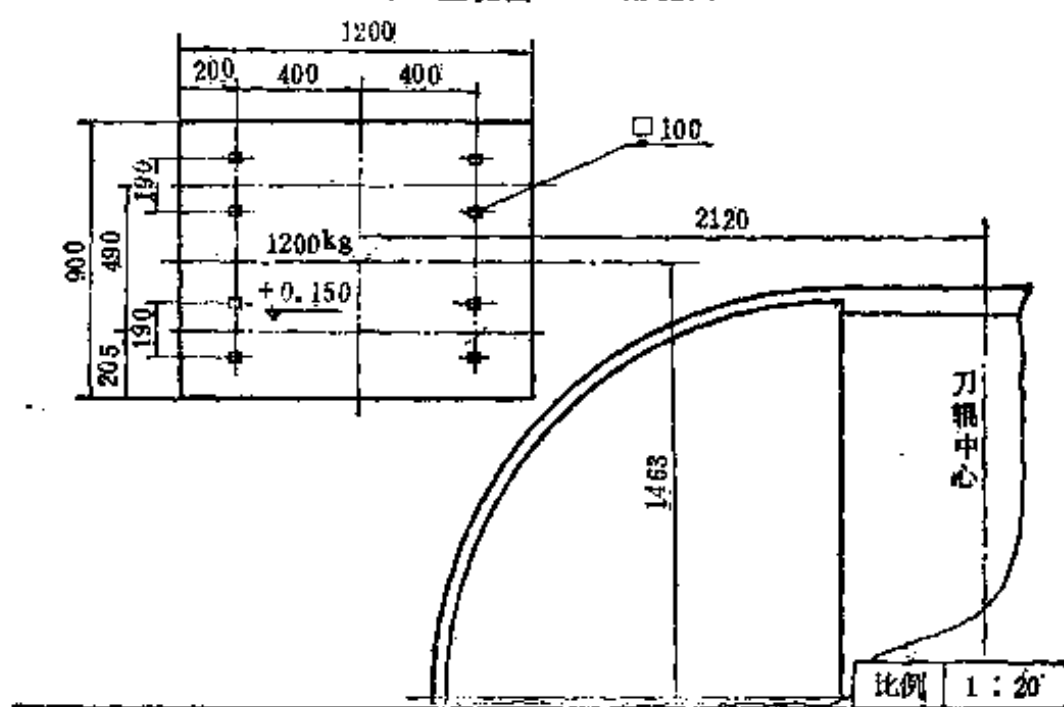


图 10-1-50 12m³槽式打浆机(右手机)安装基础图

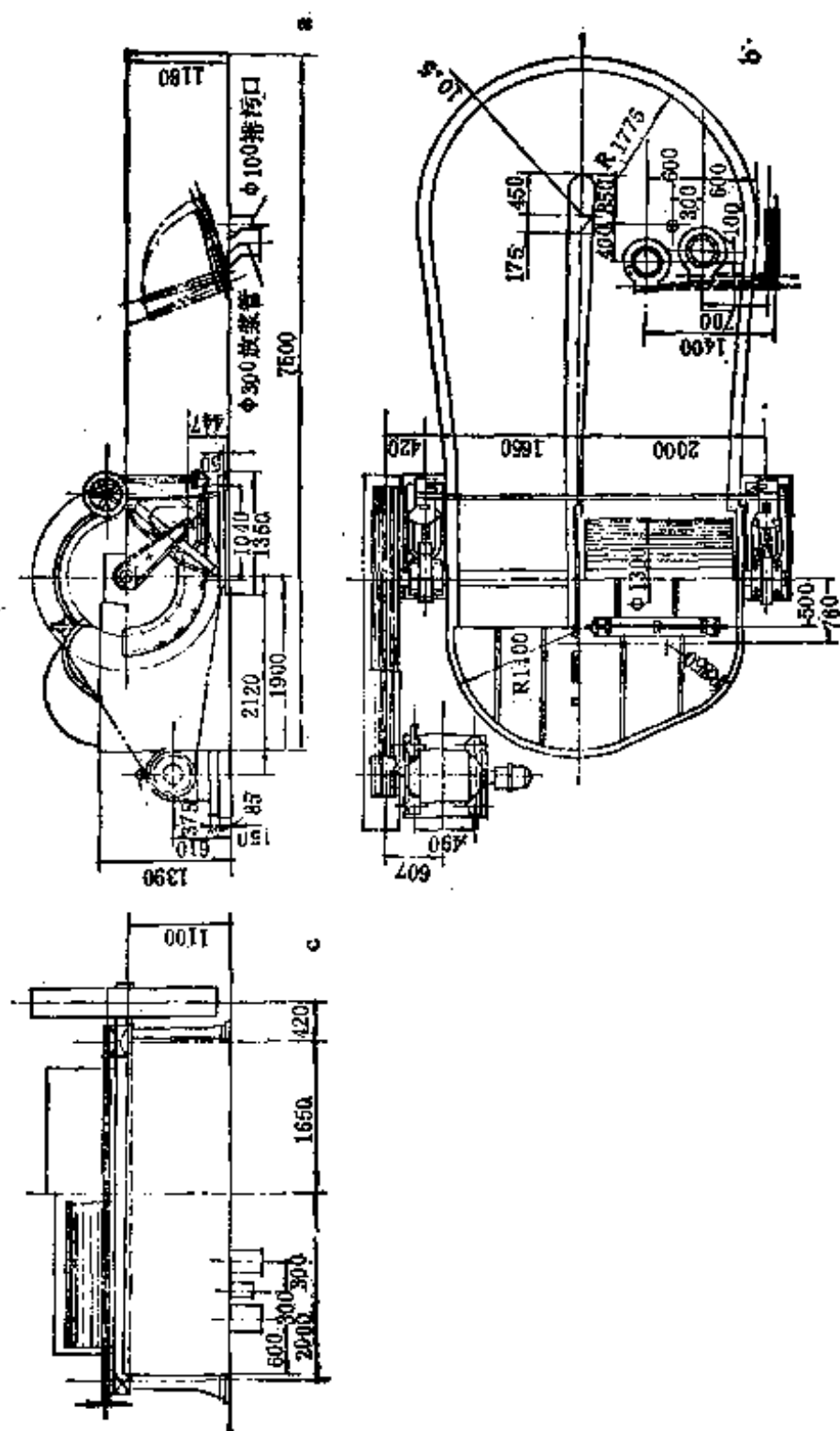


图 10-1-51 12m³槽式打浆机(右手机)外形尺寸图

a—主视图 b—俯视图 c—右视图

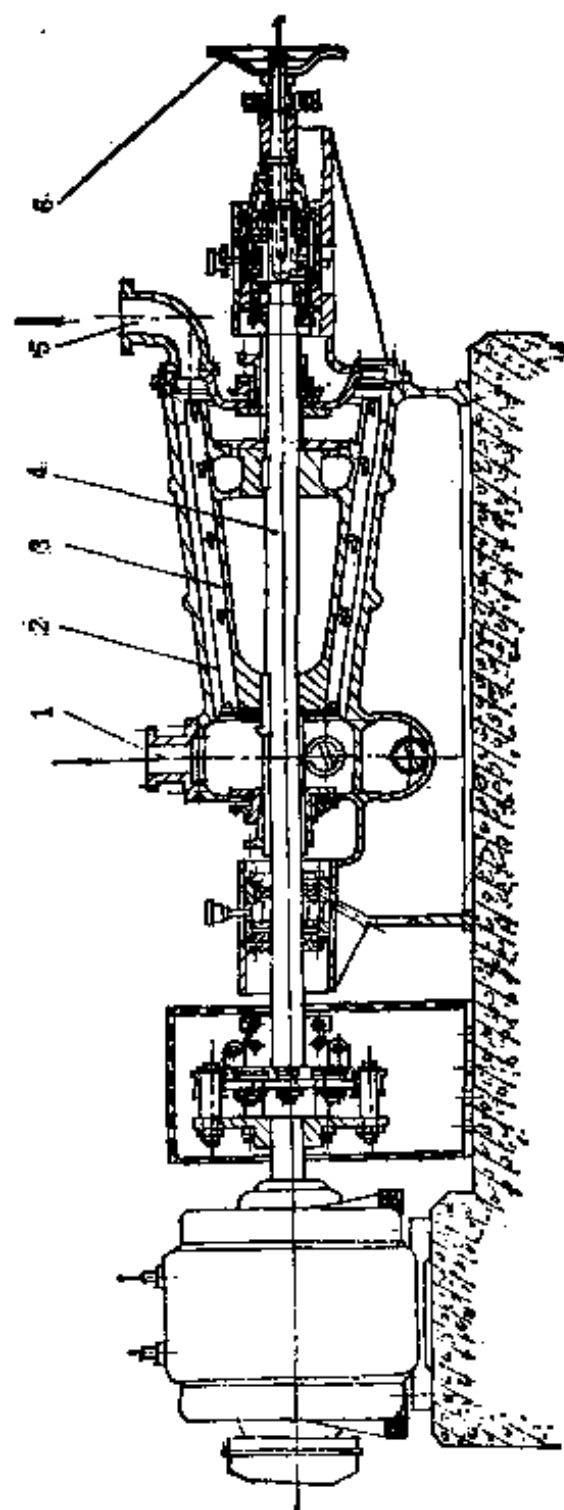


图 10-1-52 锥形磨浆机结构简图

1—浆料进口 2—刀壳(定子) 3—刀辊(转子) 4—主轴 5—浆料出口 6—调节手轮

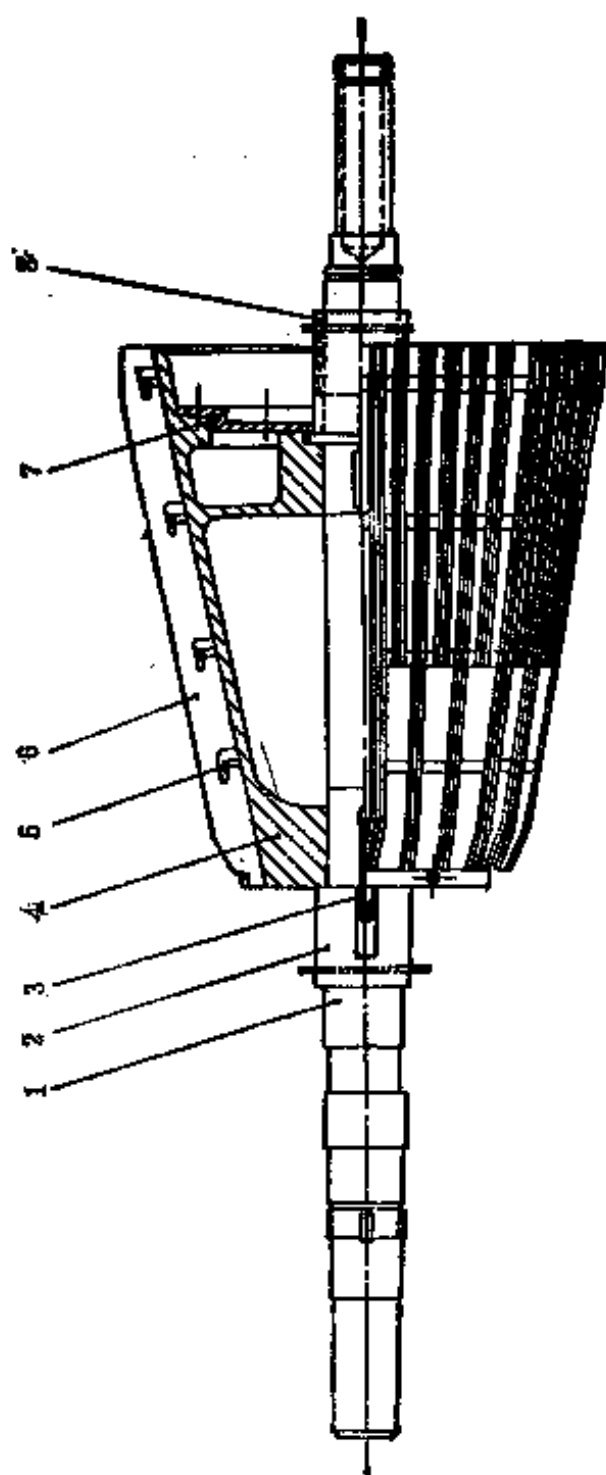


图 10-1-53 锥形磨浆机刀辊结构图

1—主轴 2—轴套 3—轴套 4—横键 5—辊体 6—飞轮 7—盘

2. 锥形磨浆机的刀辊、刀壳与刀隙的调节

(1) 刀辊（转子）

锥形磨浆机的刀辊（图 10-1-53）通常是浇注而成的空心锥体。沿锥面母线上分布着飞刀片。长的飞刀片与锥面的长度一致，短的飞刀片分布于锥面的大端，力求圆锥面上飞刀的分布均匀。

飞刀片的材料采用合金钢、不锈钢、青铜等，用户可根据生产需要向制造单位订购。

飞刀片的厚薄依打浆性质而定。处理游离浆，选用较薄的刀片；处理粘状浆，选用较厚的刀片。金属飞刀片一般在8~12mm间选用。需要处理高度粘状浆时，可采用厚至12mm的金属刀片或者石质刀片。石质刀片的厚度为10~60mm，所用的刀片表面较宽，则可在它的表面上再刻上一些倾斜的沟纹，以提高打浆效果。

飞刀片可采用镶嵌法固着于辊锥面的凹槽中，然后用硬木在刀间挤紧；也可采用浇注法做成整体的飞刀环套在刀辊锥形骨架上。后者可在较高的转速下操作，修刀和换刀均较方便。

锥形刀辊必须校静平衡和动平衡，以保证刀辊转动平稳，提高锥形磨浆机的工艺性能和机械性能。

(2) 刀壳（定子）

锥形磨浆机的刀壳是一个与刀辊圆锥面配合而形成磨浆区的锥形壳体。它一般做成上下两半组成的剖分结构，也可以做成整体的锥形壳体。底刀（定子刀）在刀壳内表面上的分布与刀辊锥面上飞刀的分布相类似，小端的刀片数较少，大端的刀片数较多，力求底刀片在刀壳圆锥面上均匀分布；但为了避免飞刀与底刀咬牙以及提高打浆性能，这些底刀片常以人字形分段排列，与锥体母线构成 $3\sim5^\circ$ 的倾角。底刀片的材料通常与飞刀片一样。

与刀辊上的飞刀一样，锥形磨浆机的底刀可以用镶嵌法装在刀壳锥形表面上，也可以浇注成底刀环装在一个衬套上，然后再将这个衬套直接与外壳配装在一起。这样，在更换底刀或者修理底

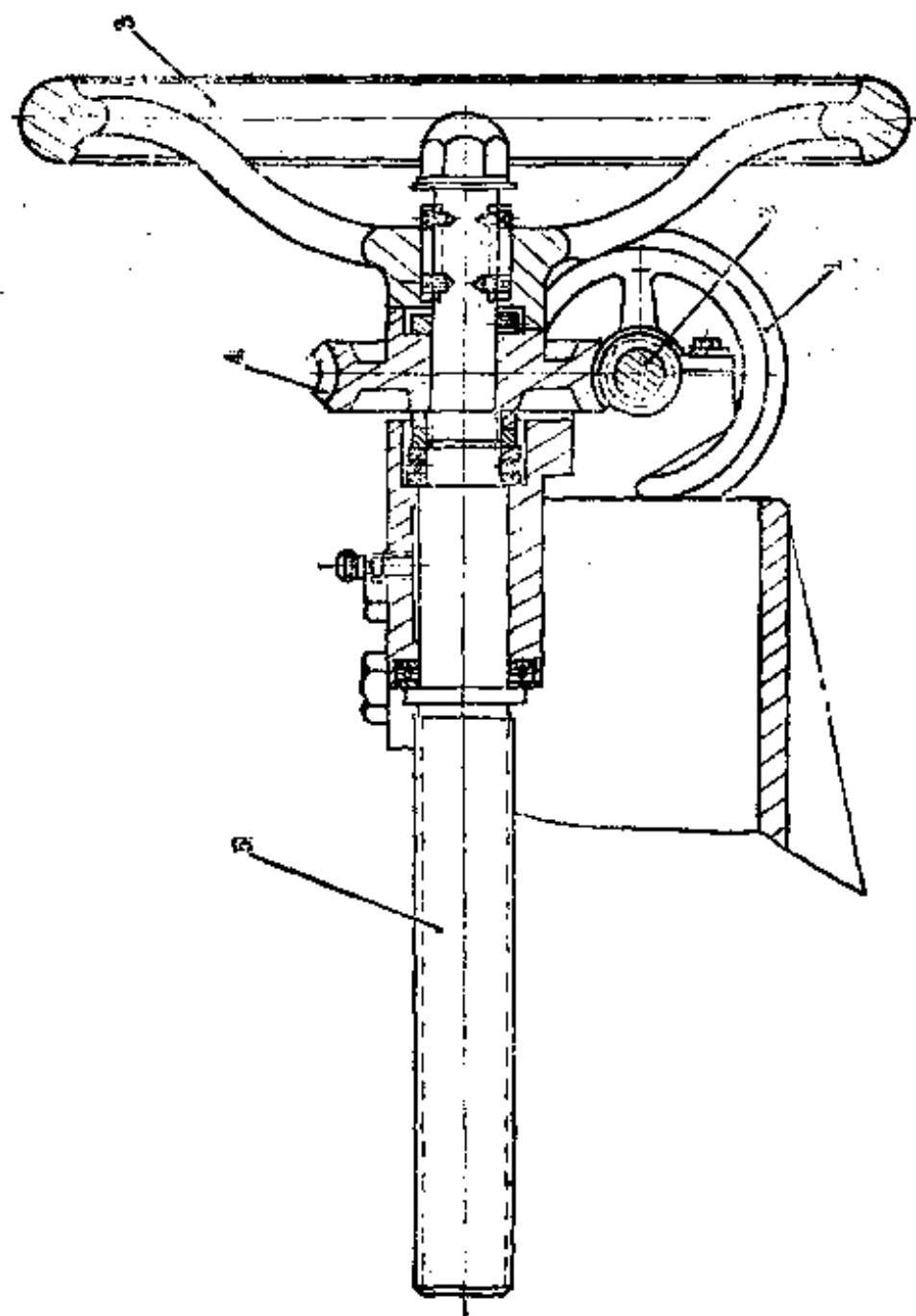


图 10-1-54 锥形磨浆机间隙调节机构

1—小手轮 2—蜗杆 3—大手轮 4—蜗轮 5—丝杆

刀时，只要把衬套取出而不必移动底刀座。

(3) 刀隙的调节

锥形磨浆机多半是通过轴向移动刀辊的方法来调整飞刀与底刀之间的间隙的。刀辊的轴向位移是借助于手轮传动蜗杆蜗轮、丝杆（图 10-1-54），使操作侧轴承装配体（图 10-1-70）作轴向滑动来实现的。

由于间隙调节时装配刀辊的主轴随着轴承装配体要作轴向移动，因此主轴与电动机相联接的联轴器应选用滑动块弹性联轴器、尼龙销滑动联轴器、齿轮滑动联轴器或者皮带柱销联轴器这一类可以轴向位移的弹性联轴器。

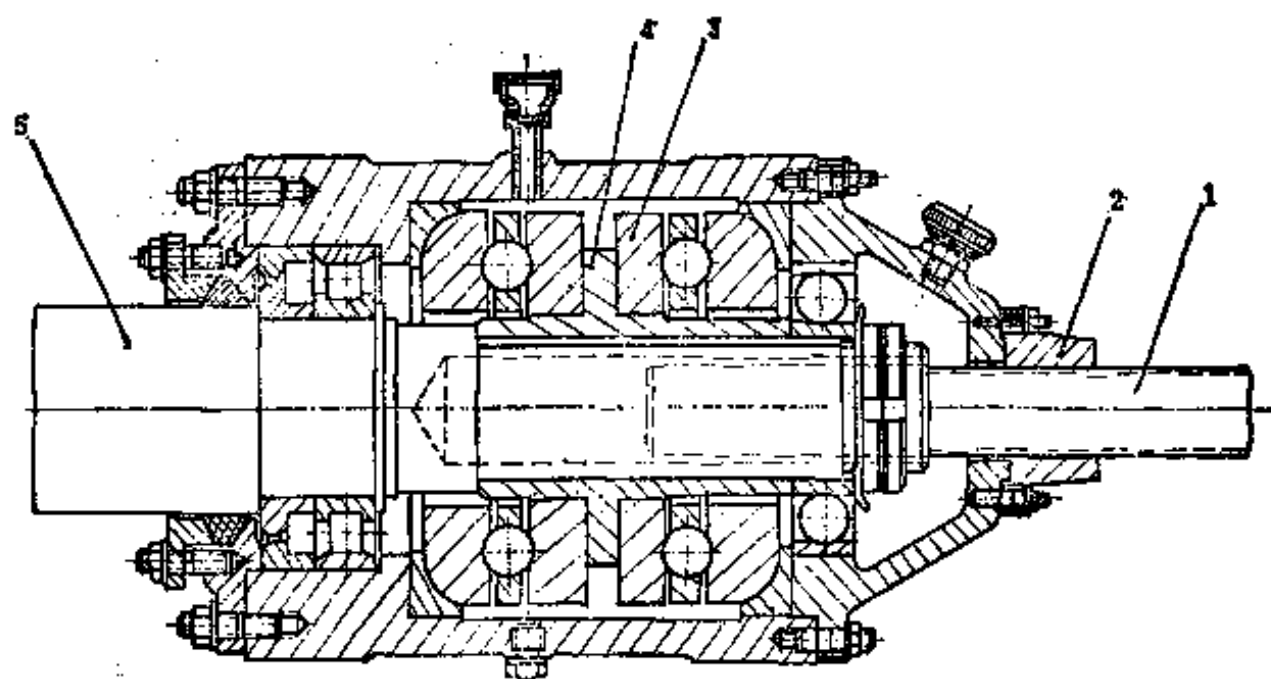


图 10-1-55 锥形磨浆机操作侧轴承装配体

1—丝杆 2—螺母 3—轴承 4—轴套 5—主轴

现代锥形磨浆机，刀间间隙或者打浆压力的调节是用调节电动机代替手轮进行电动调节的，也有用液压或气压系统来调节的。

3. 锥形磨浆机的性能参数

(1) 刀辊的线速度

锥形磨浆机锥形刀辊的线速度有两种计算方法，可任选一种进行计算。

① 刀辊的平均线速度 (刀辊线速度的粗略计算)

$$v_0 = \pi d_0 \frac{n}{60} \cdot \frac{1}{100} = \pi \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{1}{100}$$

式中 v_0 ——刀辊的平均线速度 (m/s)

d_0 ——刀辊的平均直径 (cm), $d_0 = \frac{d_1 + d_2}{2}$

d_1 ——刀辊的大端直径 (cm)

d_2 ——刀辊的小端直径 (cm)

n ——刀辊的转速 (r/min)

② 刀辊的诱导平均线速度 (刀辊线速度的较精确计算)

$$v_p = \pi d_p \frac{n}{60} \cdot \frac{1}{100}$$

$$= \pi \left[d_2 + \frac{d_1 - d_2}{2} \left(\frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} \cdot \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2} \right) \right] \frac{n}{60} \cdot \frac{1}{100}$$

式中 v_p ——刀辊的诱导平均线速度 (m/s)

d_p ——刀辊的诱导平均直径 (cm)

$$d_p = d_2 + \frac{d_1 - d_2}{2} \left(\frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} \cdot \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2} \right)$$

n ——刀辊的转速 (r/min)

d_1 ——刀辊的大端直径 (cm)

d_2 ——刀辊的小端直径 (cm)

L_1 ——刀辊的长刀长度 (cm)

L_2 ——刀辊的短刀长度 (cm)

(2) 打浆面积

锥形磨浆机的打浆面积表示飞刀与底刀的有效接触面积。有两种计算方法：通过刀辊平均直径计算打浆面积和通过刀辊分段平均直径计算打浆面积。后者比前者较为精确。

① 通过刀辊平均直径计算打浆面积：

$$\begin{aligned}
 F &= K \cdot m_o l_o \delta_o \\
 &= \frac{\frac{m_p}{2} \cdot \delta_p (L_1 + L_2)}{\pi \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot B_p} \cdot m_o l_o \delta_o \\
 &= \frac{m_p \cdot \delta_p (L_1 + L_2)}{\pi B_p (d_1 + d_2)} \cdot m_o l_o \delta_o
 \end{aligned}$$

式中 F ——打浆面积 (cm^2)

K ——飞刀与底刀接触率

$$K = \frac{\text{刀辊上飞刀总面积}}{\text{刀辊圆锥形面积}} = \frac{\frac{m_p \delta_p (L_1 + L_2)}{\pi \frac{d_1 + d_2}{2}}}{B_p}$$

m_o ——底刀数 (刀壳上的刀片数)

l_o ——底刀长 (刀壳上每一刀片的长度)

δ_o ——底刀厚 (刀壳上刀片的厚度) (cm)

m_p ——飞刀数 (刀辊上长刀片以短刀片数之和)

δ_p ——飞刀厚 (刀辊上刀片的厚度) (cm)

L_1 ——刀辊上长刀长度 (cm)

L_2 ——刀辊上短刀长度 (cm)

B_p ——刀辊锥面母线的长度 (cm)

d_1 ——刀辊的大端直径 (cm)

d_2 ——刀辊的小端直径 (cm)

② 通过刀辊分段平均直径计算打浆面积：锥形磨浆机总的打浆面积为各段底刀与飞刀的打浆面积之和。每一分段的打浆面积是：

$$\begin{aligned}
 F_i &= K_i \cdot F_c \\
 &= \frac{\frac{m_p}{2} \delta_p l_s}{\pi D_i l_i} \cdot m_o \delta_o l_i
 \end{aligned}$$

$$= \frac{m_p \delta_p l_s}{2\pi D_i l_i} \cdot m_{\sigma} \delta_{\sigma} l_i = \frac{m_p m_{\sigma} \delta_p \delta_{\sigma} l_s}{2\pi D_i}$$

式中 F_i ——某一段的打浆面积 (cm^2)

K_i ——某一段刀辊飞刀对底刀的接触率

$$K = \frac{\text{某一段刀辊上飞刀总面积}}{\text{该段刀辊的锥形面积}} = \frac{\frac{m_p}{2} \delta_p l_s}{\pi D_i l_i}$$

F_c ——某一段刀壳上刀的面积 (cm^2)

m^p ——飞刀总数 (刀辊上长刀和短刀数之和)

δ_p ——飞刀厚 (cm)

l_s ——某一段上的飞刀长度 (cm)

D_i ——某一段刀辊的平均直径 (cm)

l_i ——某一段刀辊锥面母线的长度或该段刀辊对应的一段刀壳上刀的长度 (不计底刀倾角的影响) (cm)

m^{σ} ——某一段刀壳上的底刀数

δ_{σ} ——底刀厚 (cm)

③ 分段计算法举例：锥形磨浆机底刀和飞刀的排列如图 10-1-56。在磨浆机刀壳上装置着三段底刀，刀辊上装置着长刀和短

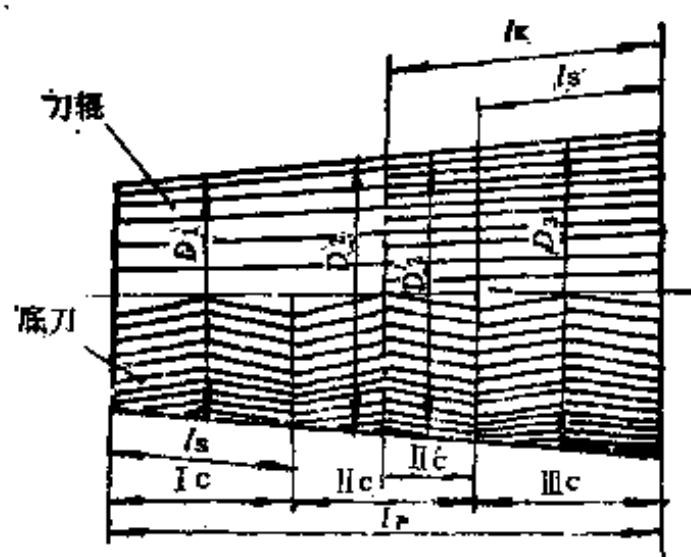


图 10-1-56 锥形磨浆机底刀和飞刀的排列

刀。求此锥形磨浆机的打浆面积。

〔分析计算〕

具有三段底刀 Ic、Ic 和 IIc 的锥形磨浆机分别计算每段刀辊的打浆面积如表 10-1-32 所示。

表 10-1-32

底刀段数	刀辊上长刀的打浆面积 (cm ²)	刀辊上短刀的打浆面积 (cm ²)
Ic段	$F_1 = \frac{m_P m_{\sigma 1} \delta_P \delta_O l_s}{2\pi D_1}$	$F'_1 = 0$
Ic段	$F_2 = \frac{m_P m_{\sigma 2} \delta_P \delta_O l_s}{2\pi D_2}$	$F'_2 = \frac{m_P m_{\sigma 2} \delta_P \delta_O (l_K - l_s)}{2\pi D_2'}$
IIc段	$F_3 = \frac{m_P m_{\sigma 3} \delta_P \delta_O l_s}{2\pi D_3}$	$F'_3 = \frac{m_P m_{\sigma 3} \delta_P \delta_O l_s}{2\pi D_3}$

将各段的打浆面积相加，整理得具有三段底刀的锥形磨浆机打浆面积计算式：

$$F_{\Sigma} = \frac{m_P \delta_P \delta_O}{2\pi} \left[\left(\frac{m_{\sigma 1}}{D_1} + \frac{m_{\sigma 2}}{D_2} + \frac{m_{\sigma 3}}{D_3} \right) l_s + \frac{(l_K - l_s) m_{\sigma 2}}{D_2'} + \frac{l_s m_{\sigma 3}}{D_3} \right]$$

式中 F_{Σ} ——具有三段底刀的打浆面积 (cm²)

m_P ——飞刀总数 (刀辊上长刀和短刀的总和)

δ_P ——飞刀厚 (cm)

δ_O ——底刀厚 (cm)

$m_{\sigma 1}$ ——刀壳上第一段底刀数

$m_{\sigma 2}$ ——刀壳上第二段底刀数

$m_{\sigma 3}$ ——刀壳上第三段底刀数

D_1 ——相应第一段底刀的刀辊平均直径 (cm)

D_2 ——相应第二段底刀的刀辊平均直径 (cm)

D_3 ——相应第三段底刀的刀辊平均直径 (cm)

L_1 ——刀辊上短刀的长度 (cm)

L_s ——每一段刀辊上飞刀的长度 (cm)

只要把锥形磨浆机各数据代入上式运算, 便可得出三段底刀的锥形磨浆机打浆面积的数值。

同理, 可以得出计算具有二段底刀或四段底刀的锥形磨浆机打浆面积的计算式, 再将数据代入运算即可得出相应的打浆面积的数值。

具有二段底刀的锥形磨浆机的打浆面积计算式:

$$F_{II} = \frac{m_p \delta_p \delta_o l_s}{2\pi} \left(\frac{m_{o1}}{D_1} + \frac{2m_{o2}}{D_2} \right)$$

式中 F_{II} ——具有二段底刀的打浆面积 (cm²)

其余各符号的意义和单位与上述具有三段底刀的打浆面积计算式相同

具有四段底刀的锥形磨浆机的打浆面积计算式:

$$F_{IV} = \frac{m_p \delta_p l_s}{2\pi} \left[\frac{m_{o1}}{D_1} + \frac{m_{o2}}{D_2} + 2 \left(\frac{m_{o3}}{D_3} + \frac{m_{o4}}{D_4} \right) \right]$$

式中 F_{IV} ——具有四段底刀的打浆面积 (cm²)

m_{o4} ——刀壳上第四段底刀数

D_4 ——相应第四段底刀的刀辊平均直径 (cm)

其余各符号的意义及单位与上述具有三段底刀的打浆面积计算式相同。

(3) 切断能力 (切断速度)

锥形磨浆机的切断能力 (切断速度) 是指单位时间内磨浆机切断纤维的刀口长度。它等于各段底刀与飞刀的切断能力之和。每一段的切断能力是:

$$V_{pi} = \frac{m_p}{2} l_s m_{oi} \cdot \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$$

式中 V_{pi} ——刀辊与底刀配合体每一段上的切断能力 (m/s)

m_p ——飞刀数 (刀辊上长刀与短刀数之和)

l_s ——某一段刀辊上飞刀的长度 (cm)

m_{ci} ——某一段刀壳上的底刀数

n ——刀辊的转速 (r/min)

[切断能力的计算举例]

计算具有三段底刀的锥形磨浆机的切断能力 (即每秒切断长), 底刀和飞刀的分布如图 10-1-56 所示。其中, 刀壳底刀数第一段为 40 把、第二段为 56 把、第三段为 68 把; 各段刀壳底刀的长均为 41.5cm。刀辊上长刀为 36 把, 短刀为 36 把; 短刀长度为长刀的一半。刀辊的转速为 300r/min,

分析计算如下:

① 按已知式子

$$V_{pi} = \frac{m_p}{2} l_s m_{ci} \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$$

计算出具有三段底刀的锥形磨浆机每段刀辊的切断能力如表10-1-33 所示。

表 10-1-33

底刀段数	刀辊上长刀的切断能力 (m/s)	刀辊上短刀的切断能力 (m/s)
Ic段	$V_{P1} = \frac{m_p}{2} l_s m_{c1} \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$	$V_{P1}' = 0$
Ic段	$V_{P2} = \frac{m_p}{2} l_s m_{c2} \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$	$V_{P2}' = \frac{m_p}{2} (l_K - l_s) m_{c2} \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$
IIc段	$V_{P3} = \frac{m_p}{2} l_s m_{c3} \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$	$V_{P3}' = \frac{m_p}{2} l_s m_{c3} \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$

② 把三段底刀相应的刀辊上的长、短刀切断能力 (每秒切断长) 相加, 整理为如下计算式:

$$V_{P\text{II}} = \frac{m_p}{2} l_s (m_{c1} + m_{c2} + m_{c3}) \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$$

$$+ \frac{m_p}{2} \cdot [(L_s - l_s)m_o + l_s m_o] - \frac{n}{60} \times \frac{1}{100}$$

式中 V_{pH} ——具有三段底刀的切断能力 (m/s)

m_p ——飞刀总数 (长刀和短刀数的总和)

l_s ——每一段刀辊上飞刀的长度 (cm)

m_{o1} ——刀壳上第一段底刀数

m_{o2} ——刀壳上第二段底刀数

m_{o3} ——刀壳上第三段底刀数

L_s ——刀辊上短刀的长度 (cm)

n ——刀辊的转速 (r/min)

③ 把已知的数值代入上式运算:

$$m_p = 36 + 36 = 72, l_s = 41.5 \text{ cm}, m_{o1} = 40, m_{o2} = 56, m_{o3} =$$

$$68, L_s = \frac{41.5 \times 3}{2} = 62.25 \text{ cm}, n = 300 \text{ r/min}, \text{ 则三段底刀切}$$

断能力为

$$\begin{aligned} V_{pH} &= \frac{72}{2} \times 41.5 (40 + 56 + 68) - \frac{300}{60} \times \frac{1}{100} \\ &\quad + \frac{72}{2} \cdot [(62.25 - 41.5) \times 56 + 41.5 \times 68] \\ &\quad - \frac{300}{60} \times \frac{1}{100} \\ &= 12251 + 7171 = 19422 (\text{m/s}) \end{aligned}$$

(4) 撕裂能力

锥形磨浆机的撕裂能力为打浆面积与刀辊线速度的乘积。

$$H = FV_r$$

式中 H ——撕裂能力 (cm^2/s)

F ——打浆面积 (cm^2)

V_p ——刀辊的诱导平均线速度 (cm/s)

(5) 刀口系数

锥形磨浆机的刀口系数等于飞刀辊的飞刀厚度与刀壳上的底刀厚度乘积的倒数。

$$\gamma = \frac{1}{\delta_p \delta_c}$$

式中 γ ——刀口系数 (cm^{-2})

δ_p ——飞刀厚 (cm)

δ_c ——底刀厚 (cm)

4. 各种类型的锥形磨浆机

(1) 锥形磨浆机的类型

锥形磨浆机有：普通锥形磨浆机、高速锥形磨浆机、水化锥形磨浆机、内循环锥形磨浆机和大锥度锥形磨浆机等类型。

锥形磨浆机一般安置于造纸机之前，作为纸浆的精整设备。

① 普通锥形磨浆机（低速锥形磨浆机）：刀辊线速度为 8/17m/s 左右，刀辊圆锥角小于 22° ，刀片厚度一般为 6~10mm。这种锥形磨浆机在打浆机时切断纤维的能力很强，适合于游离状纸料的打浆，例如书写纸、印刷纸纸料的制备。

② 高速锥形磨浆机：刀辊线速度约为 11/20m/s，大端的线速度也有高达 30m/s 的；圆锥角为 $22^\circ \sim 24^\circ$ ；刀片的厚度为 6~12mm。这种锥形磨浆机使纤维分裂、帚化、细纤维化的能力强，适合于中等粘状纸料的打浆。例如电缆纸纸料的制备。

③ 水化锥形磨浆机：刀辊线速度高达 18/30m/s 左右；刀辊的圆锥度为 26° 左右；刀片厚度为 8~12mm。这种锥形磨浆机使纤维细纤维化的作用最强，对纤维的切断作用最小，适合于粘状纸料的打浆，例如卷烟纸、水泥袋纸纸料的制备。

④ 内循环锥形磨浆机：这是一种小端进浆，内部循环、小端出浆的锥形磨浆机。它可以任意控制浆料在机内的循环量，从而达到在较大范围内控制打浆质量的目的。

表 10-1-34

型 号	ZDZ1	ZDZ2	ZDZ3	ZDZ4	ZDZ5
主要用途	浆料连续打浆 或匀整	浆料连续打浆 或匀整	浆料连续打浆或 匀整	浆料连续打浆或 匀整	浆料连续打浆或 匀整
生产能力 (t/d)	10	10~30	28~50		50~100
刀辊大端直径 (mm)	322	365	600	865	1000
刀辊小端直径 (mm)	216	244	284		800
刀辊长度 (mm)	500	665	1125		1750
刀辊键度	12°8'	12°8'	16°		16°15'
刀辊转速 (r/min)	980	1470	600		385
进浆口直径 (mm)	100	250	200		225
出浆口直径 (mm)	100	150	200		225
飞刀厚度 (mm)	10	12	10		10
底刀厚度 (mm)	8	8.5	10		10
进浆浓度 (%)	4~6	4~8	4~8		4~6
传动方式	挠性联轴器直接 传动	挠性联轴器直接 传动	挠性联轴器直接 传动	挠性联轴器直接 传动	挠性联轴器直接 传动
机壳结构型式	整体机壳	整体机壳	由上下机壳构成	由上下机壳构成	由上下机壳构成
电动机型号、 功率 (kw)	JO ₂ -225M-6 45	JS115-4 135	JR126-10 95(草浆) JR127-10 115(木浆)	AT16B7-16 230	AT16B7-16 230
外形尺寸(长×宽×高, mm)	3065×576×600	4175×856×885	5600×1000×1320	4538×1500×1200	
重量(包括电动机) (t)	1.8	2.2	4.6	1.2	
动负荷系数		2	1.5		

⑤ 大锥度锥形磨浆机：这是一种圆锥大达 60° 、转子转速高达 1450r/min 的较新型的锥形磨浆机。它是生产能力大、打浆能力强而单位动力消耗较低的一种连续打浆设备。

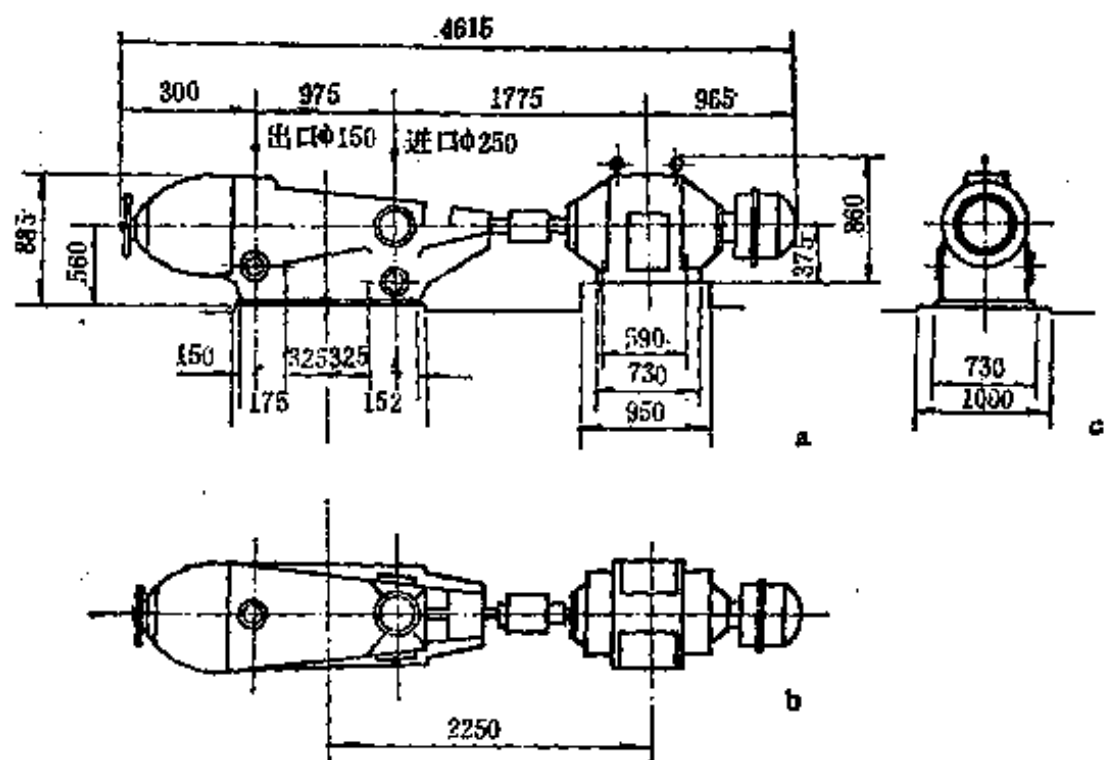


图 10-1-57 ZDZ2型锥形磨浆机外形尺寸图
a—主视图 b—俯视图 c—左视图

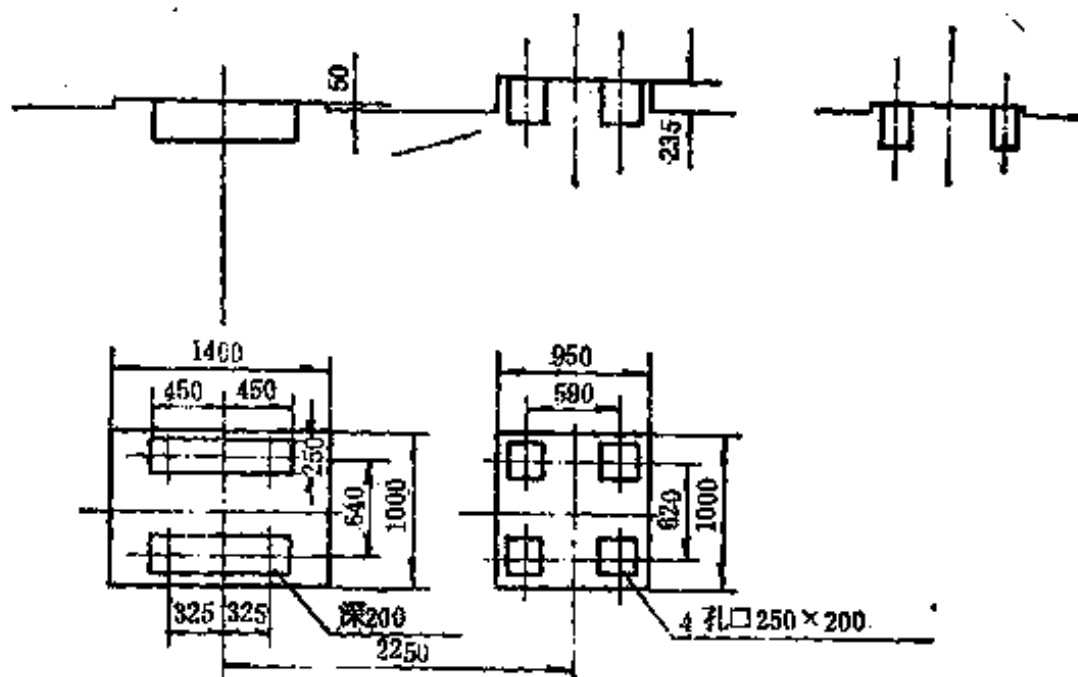


图 10-1-58 ZDZ2型锥形磨浆机安装基础图

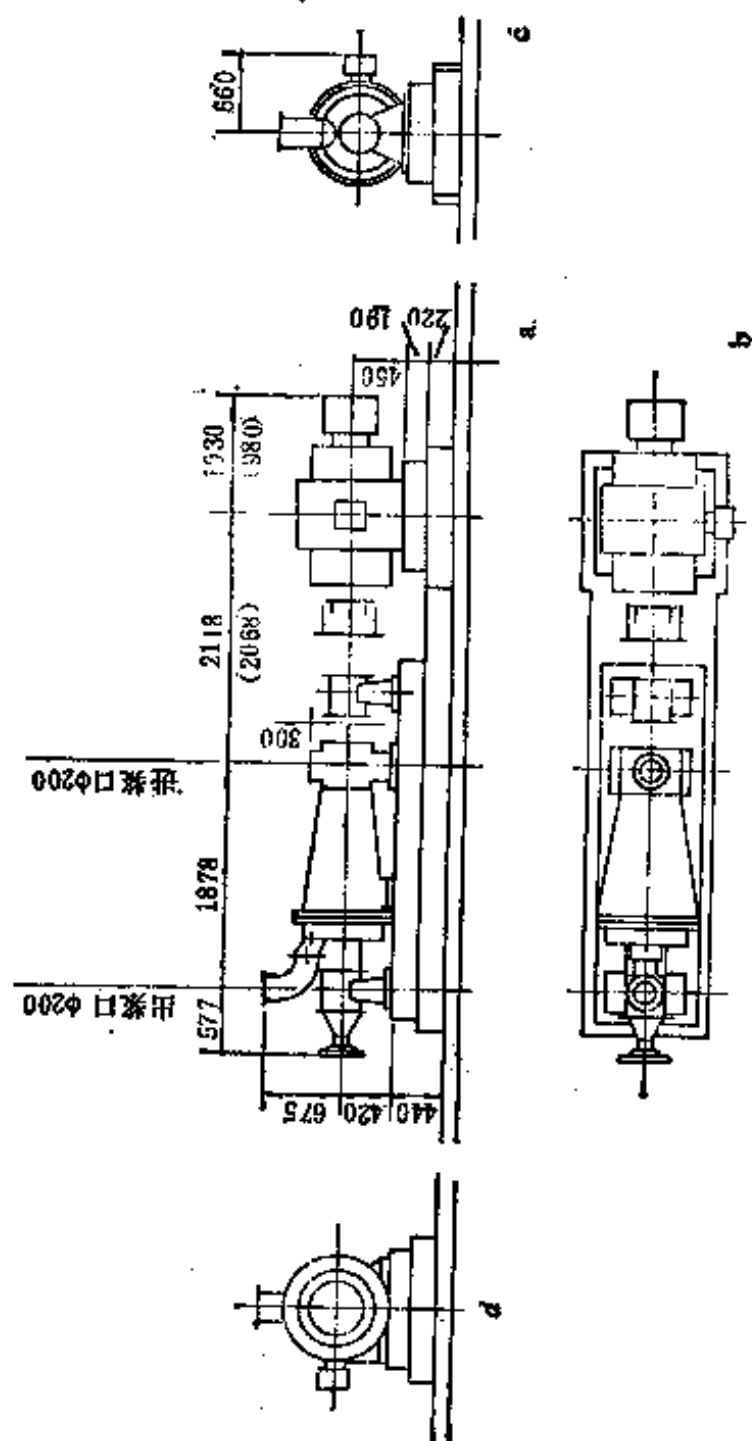


图 10-1-59 ZDZ3 型锥形磨浆机外形尺寸图

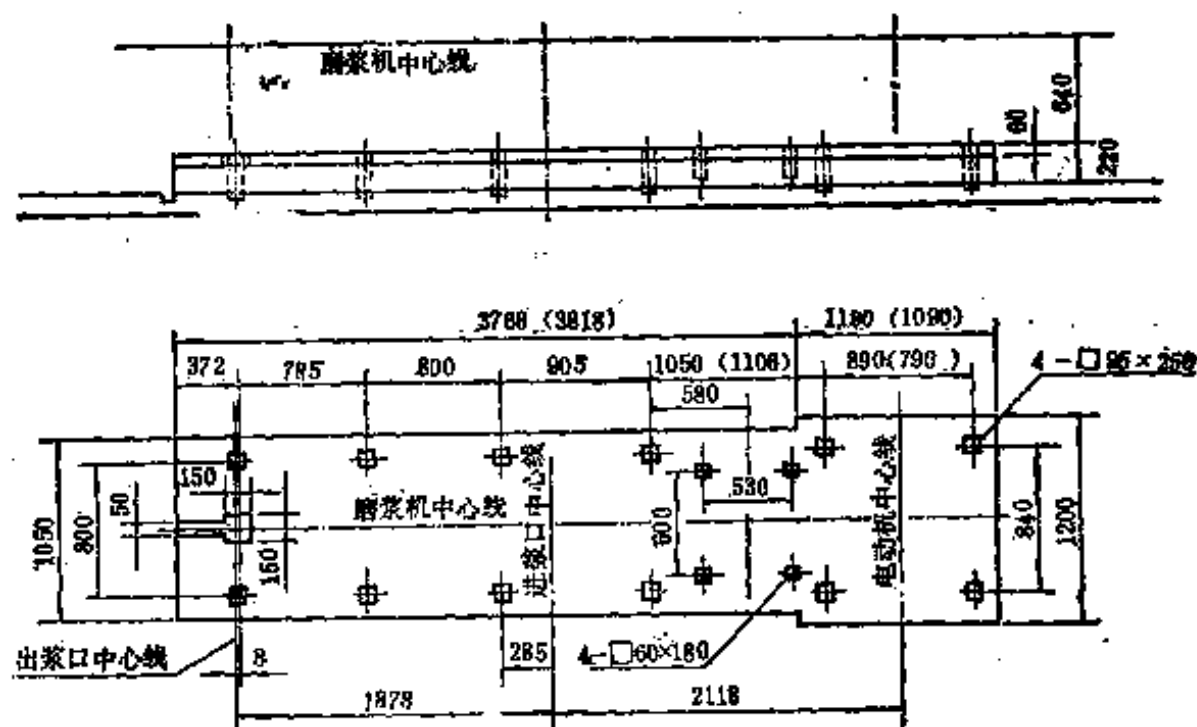
a—主视图 b—俯视图 c—左视图 d—右视图

(2) 我国通用的锥形磨浆机

我国锥形磨浆机产品有：ZDZ1、ZDZ2、ZDZ3、ZDZ4 和 ZDZ5 五个通用型号。

① 我国通用的锥形磨浆机的主要技术特征如表 10-1-34 所列。

② 我国通用的锥形磨浆机的图例如图 10-1-57 至图 10-1-62 所示。



(电动机为JR 128 - 10.95 kW时, 用括号内尺寸)

图 10-1-60 ZDZ3型锥形磨浆机安装基础图

(3) 内循环锥形磨浆机

内循环锥形磨浆机是一种可以连续进浆、任意调节出浆量(或内部循环量)的打浆设备。通常把它安置于造纸机之前精整纸料, 可以单台使用, 也可以多台串联使用; 也可以把它与普通的锥形磨浆机串起来使用。

① 内循环锥形磨浆机的结构 (图 10-1-63)

② 内循环锥形磨浆机的技术特征: 内循环锥形磨浆机 (QZ 1330) 的技术特征如表 10-1-35 所示。

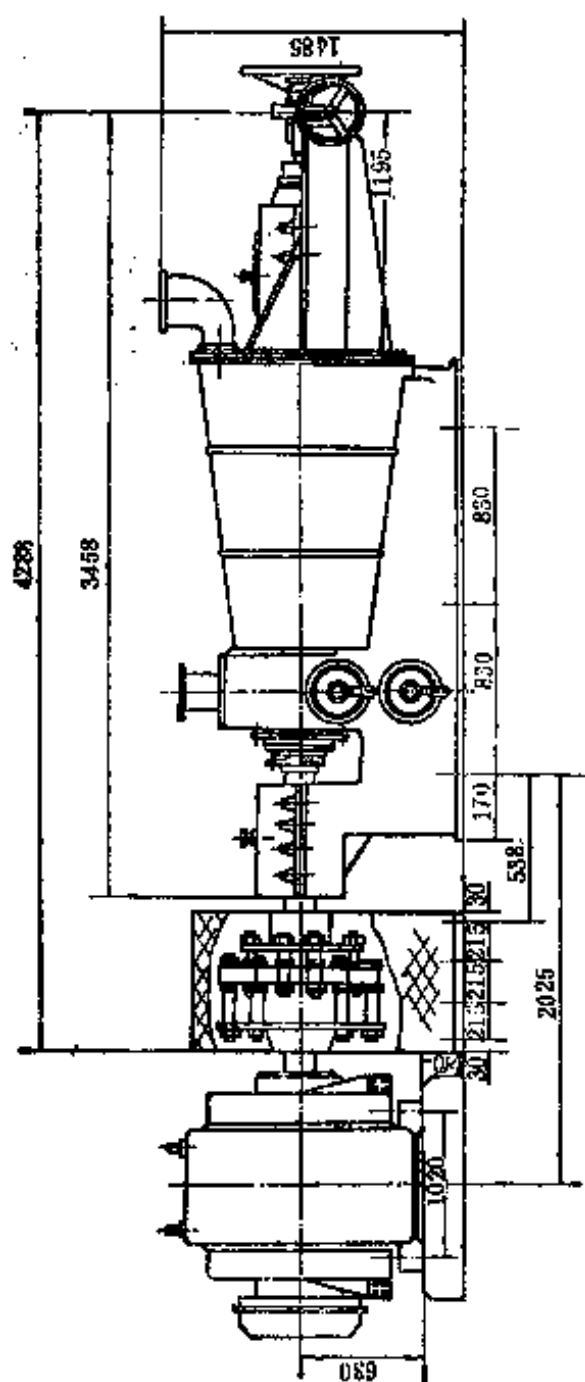


图 10-1-61 ZDZ4型锥形磨浆机外形尺寸图

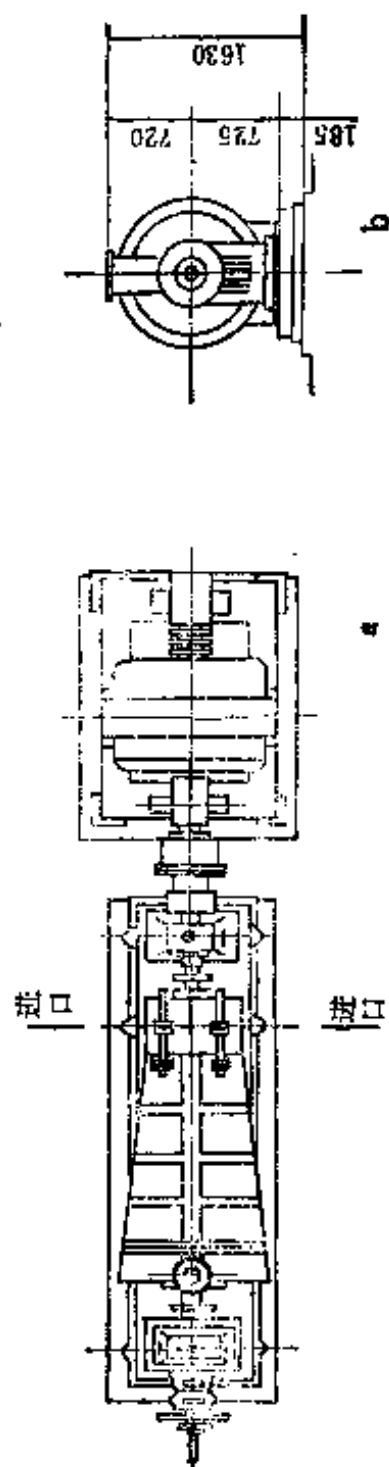


图 10-1-62 ZDZ5型锥形磨浆机外形图

a—主视图 b—左视图

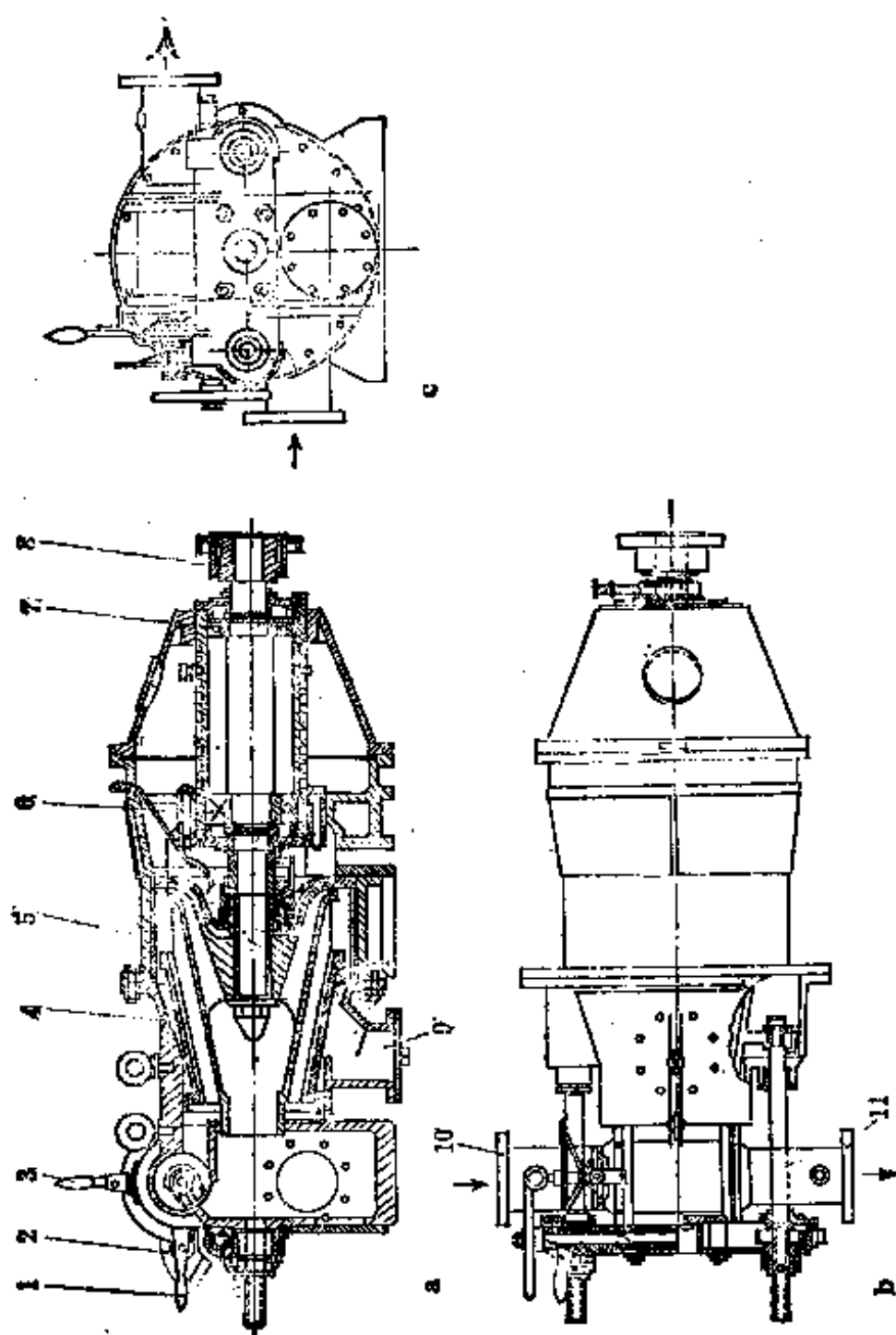


图 10-1-53 内循环锥形磨浆机(QZ1330)结构简图

a—主视图 b—俯视图 c—左视图

- 1—出来的控制手柄 2—进退刀机构控制手柄 3—循环浆料调节控制手柄 4—底刀(定子刀) 5—刀辊
6—双列向心球面滚子轴承 7—单列向心球轴承 8—齿轮联轴器 9—杂物收集器 10—进浆管 11—出浆管

表 10-1-35

项 目	技 术 特 征
最大生产能力	150t/d(随浆料的种类、浓度、打浆要求等不同而异)
刀辊规格	$\phi 268.4/\phi 455 \times 740\text{mm}$ (有效刀片长400mm)
刀辊锥度	41:100
刀辊锥角	$\sim 23^{\circ}10'$
飞刀数	长刀20把, 短刀20把
飞刀厚	面厚10mm, 底厚12mm(呈梯形)
刀辊重	$\sim 105\text{kg}$
刀辊转速	730r/min
刀壳规格	$\phi 270.45/\phi 457 \times 480\text{mm}$ (刀长455mm)
刀壳锥度	41:100
刀壳锥角	$\sim 23^{\circ}10'$
底刀数	63把
底刀厚	大端厚13mm, 小端厚6.5mm V
底刀片对刀辊轴线偏移角	$\sim 1^{\circ}44'$
刀壳重量	$\sim 135\text{kg}$
进浆管口径	$\phi 150\text{mm}$
出浆管口径	$\phi 150\text{mm}$
配用电动机	JR 126-8, 110kW, 730r/min
最大件尺寸	长2550×宽1165×高275mm
最大件重量	865kg(底板)
全套设备总重量	2880kg(电动机重量1550kg不包括在内)
设备外形尺寸	长4235×宽1165×高1270mm

表 10-1-36

项 目	性能参数
线速度	$V_p = 1414\text{cm/s}$
打浆面积	$F = 870\text{cm}^2$
切断能力	$V_s = 12930\text{m/s}$
撕裂能力	$N = 120 \times 10^4\text{cm}^3/\text{s}$
刀口系数	$\gamma = 1.63\text{cm}^{-2}$
打浆系数	$\mu = \frac{Vs}{F} = 1480^1/\text{cm} \cdot \text{s}$

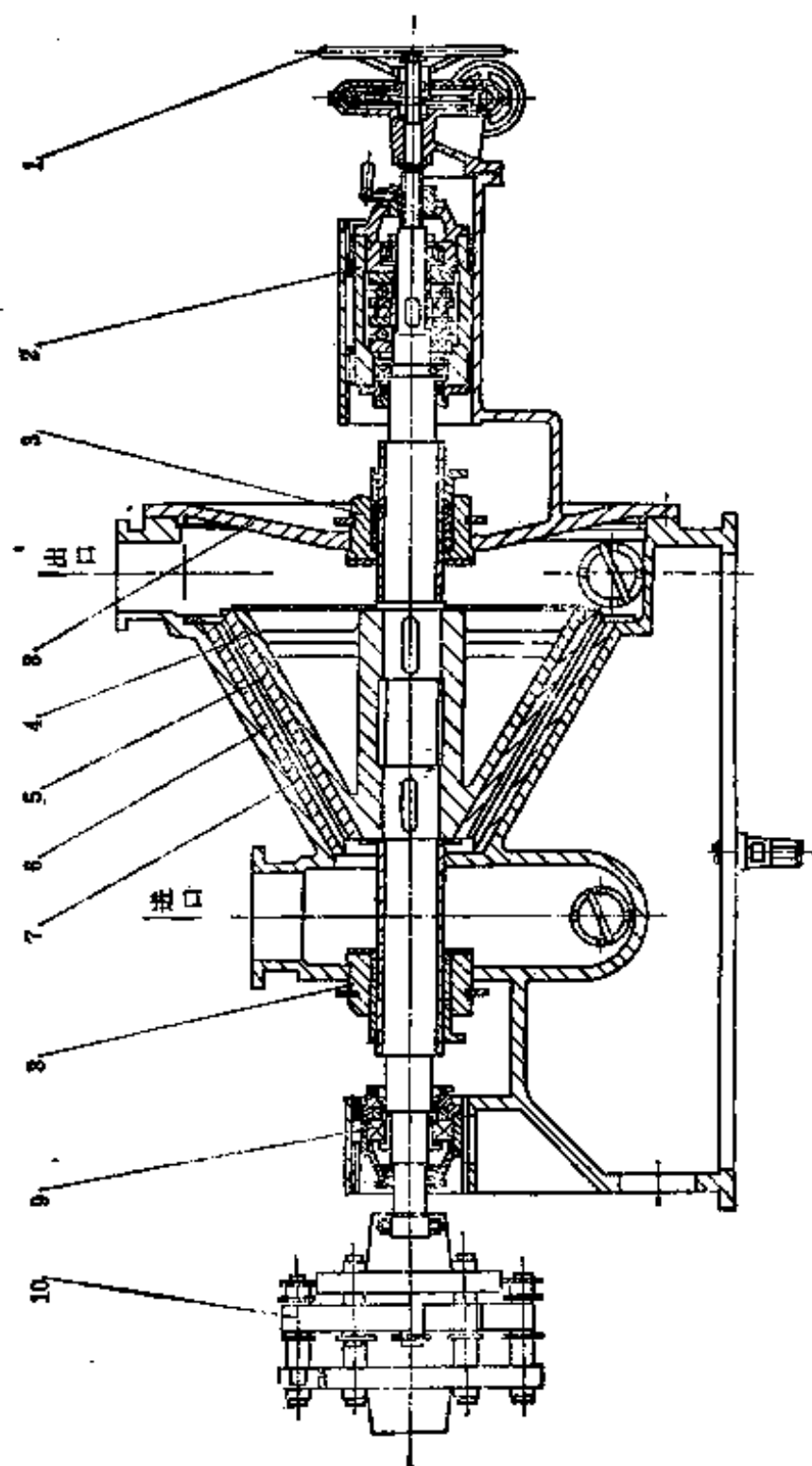


图 10-1-84 大锥度锥形磨浆机(QZ1331)结构简图

1—刀辊调节机构 2—操作边轴承 3—填料盒 4—转子体(刀辊) 5—转子刀(飞刀) 6—底
刀 7—机体 8—大端盖 9—传动边轴承 10—挠性联轴器

③ 内循环锥形磨浆机的性能参数：内循环锥形磨浆机（QZ 1330）的性能参数如表 10-1-36 所示。

（4）大锥度锥形磨浆机

① 大锥度锥形磨浆机的结构特点：大锥度锥形磨浆机与一般锥形磨浆机结构上的不同主要是锥角较大（60°），因而辊体较短，结构紧凑；刀辊大、小端的直径差很大，因而浆流通过刀辊与底刀（转子与定子）之间的间隙时可获得比较大的加速度。这种锥形磨浆机对纸浆纤维主要起分离、帚化作用。

图 10-1-64 为大锥度锥形磨浆机（QZ 1331）的结构图。

② 大锥度锥形磨浆机（QZ1331，QZ1333）的主要技术特征如表 10-1-37 所示。

表 10-1-37

类 型	QZ1331	QZ1333
生产能力(t/24h)	5~50	20~200
进浆浓度(%)	3~6	3~6
进浆压力(mH ₂ O)	~3	~3
进浆口直径(mm)	φ150	φ285
出浆口直径(mm)	φ125	φ225
刀辊小端直径(mm)	φ290	φ444
刀辊大端直径(mm)	φ790	φ1206
刀辊长度(mm)	443	660
刀辊锥角(°)	60	60
刀辊转速(r/min)	580或585	365
配用电动机规格	JR138-10, 165kW, 580 r/min 或 JR137-10, 155kW, 585 r/min	YR143/21-16, 250kW, 365r/min 或 YR143/24-16, 250kW, 365r/min
外形尺寸(不包括电动机) (长×宽×高, mm)	2950×1120×1280	3662×1630×1300
设备重量(包括电动机) (kg)	~3,500	~9,000

③ Z×78-2 型大锥度锥形磨浆机

a. ZX78-2 型大锥度锥形磨浆机的主要技术特征如表 10-1-38 所示。

表 10-1-38

项 目	技 术 特 征
设计能力	20~35t/d
进浆浓度	2~6%
进浆管直径	$\phi 125\text{mm}$
出浆管直径	$\phi 80\text{mm}$
转子锥角	60°
转子尺寸	$\phi 140/\phi 245 \times 105\text{cm}$
转子齿形	6—5×10×6(等分数—齿宽×槽宽×槽深)
定子锥角	60°
定子尺寸	$\phi 140/\phi 245 \times 105\text{cm}$
定子齿形	6—5×10×6(等分数—齿宽×槽宽×槽深)
转子转速	1450r/min
配用电动机	JO ₃ -225S-4, 55kW
外形尺寸	2035×800×740cm

b. ZX78-2 型大锥度锥形磨浆机图例; ZX 78-2 型大锥形磨浆机图例如图 10-1-35 至 10-1-37 所示。

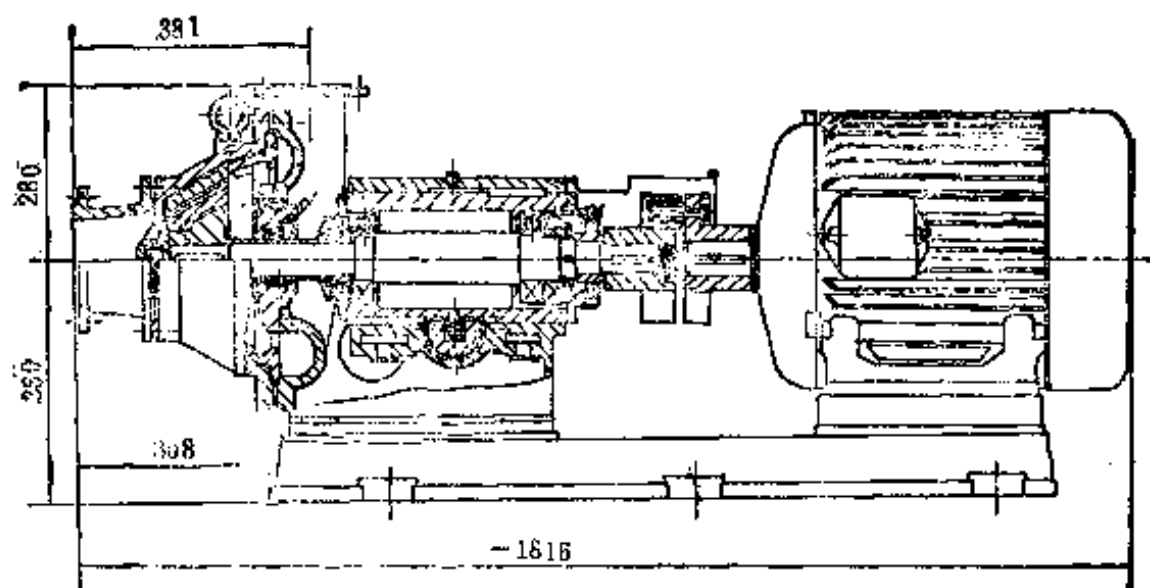


图 10-1-65 ZX78-2型大锥度锥形磨浆机结构简图



图 10-1-66 ZX78-2型大锥度锥形磨浆机转子和定子

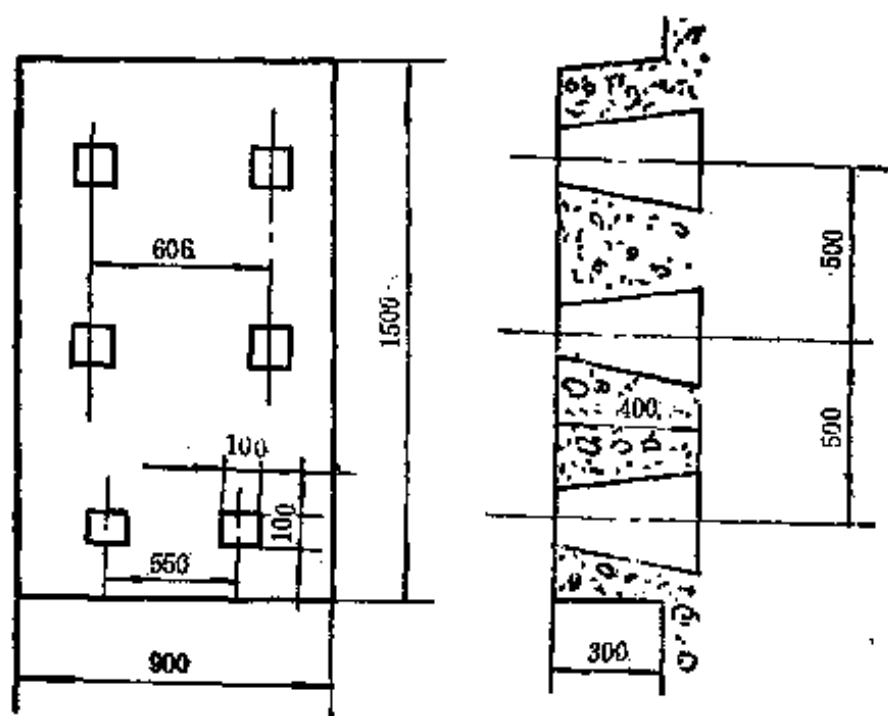


图 10-1-67 ZX78-2型大锥度锥形磨浆机安装基础图

c. ZX 78-2 型大锥度锥形磨浆机的结构性能特点: ZX 78-2 型大锥度锥形磨浆机与其他类型的锥形磨浆机比较, 转子的锥角大, 长度短而转速高 (锥角 60° , 长度 105mm, 转速 1450r/min), 因此机台结构紧凑, 生产能力大, 打浆效率高。

ZX 78-2 型大锥度锥形磨浆机的转子和定子均采用硬镍合金铸铁 (主要成份是: C 3.6%, S 0.09%, Si 0.54%, P 0.32%, Mn 1.02%, Ni 4.2%, Cr 1.35%), 硬度 HRC 58°。因此转子和定子上的齿纹 (转子刀和定子刀) 使用寿命较长; 在使用期内,

打浆质量比较稳定，连续正常运行 2100h 以上，效果良好。

ZX 78-2 型大锥度锥形磨浆机的机身采用隔层水冷却结构，散热效果较好，维持机台在高转速下正常运行。

ZX 78-2 型大锥度锥形磨浆机机身装配有进退刀调节机构，使磨浆机在操作过程中，可以自由调节转子与定子的磨浆间隙，确保打浆效果。

5. 锥形磨浆机的维护

(1) 具有镶嵌结构的刀辊与底刀的锥形磨浆机，使用前应预先用水浸泡刀辊及底刀，停机时间较长时也应这样做，以保持刀片间的填木湿润，免于干燥变形使刀片松动。

(2) 启动锥形磨浆机时，必先检查联轴器和各处螺钉联接是否正常、润滑油脂是否充足、电机转向是否正确。然后用手搬动联轴器，让刀辊轻滑转动，或者先调节刀辊与底刀分离，开机试转一下后停机。检查工作完毕后，即按工艺规程调节刀的间隙，启动磨浆机。

(3) 停机时，应依次先停止供浆，放入清水，清洗干净磨浆机的转子和定子后，方能停机。紧急停机时，则首先是关停电动机，然后再停止供浆及进行机台清洗工作。

(4) 锥形磨浆机停机后较长时间不用时，则必须在按上述正常停机后，拆开机壳。吊出刀辊进行检查，并作必要的维修工作，在轴承、调节机构等处更换润滑油脂。

(三) 圆柱磨浆机

1. 圆柱磨浆机的功用

圆柱磨浆机的打浆作用主要是使纤维纵向分裂和帚化，而切断作用微小。它一般安置于造纸机之前作为纸料的精整设备较为适宜，但也可以在一定范围内扩大它的使用范围。只要小心操作或者结构上作一些改进，也可以把它安置于蒸煮、洗涤工段之后作为粗浆的打浆设备使用。

2. 圆柱磨浆机的性能参数

(1) 刀辊（转子）的线速度

$$V = \frac{\pi D n}{60}$$

式中 V ——刀辊的线速度 (m/s)

D ——刀辊直径 (m)

n ——刀辊转速 (r/min)

(2) 磨浆面积

$$F = \frac{i m_1 m_2 S_1 S_2 b}{\pi D \cos \alpha}$$

式中 F ——磨浆面积 (cm²)

i ——定子刀的组数 (通常为 4 组)

m_1 ——刀辊上的刀片数 (飞刀数)

m_2 ——每组定子刀上的刀片数 (底刀数)

S_1 ——飞刀厚度 (cm)

S_2 ——底刀厚度 (cm)

b ——飞刀长度 (通常等于刀辊宽度) (cm)

α ——底刀对刀辊轴线的偏角 (°)

D ——刀辊直径 (cm)

(3) 切断能力 (切断速度)

$$V_s = i m_1 m_2 \frac{b}{\cos \alpha} \frac{n}{60} \frac{1}{100}$$

式中 V_s ——切断能力 (m/s)

i ——定子刀的组数

m_1 ——刀辊上的飞刀数

m_2 ——每组定子刀上的底刀数

b ——飞刀长度 (通常等于刀辊宽度) (cm)

α ——底刀对刀辊轴线的偏角 (°)

n ——刀辊转速 (r/min)

(4) 磨浆比压

$$p = \frac{iG}{F}$$

(Pa)

式中 p ——磨浆比压 (Pa)

i ——定子刀的组数

G ——每组定子刀对刀辊圆柱面的正压力 (通常各组定子刀对刀辊的正压力视为相同) (N)

F ——磨浆面积 (cm^2)

(5) 撕裂能力

$$H = FV = im_1m_2S_1S_2 \frac{b}{\cos\alpha} \cdot \frac{n}{60}$$

式中 H ——撕裂能力 (cm^3/s)

F ——磨浆面积 (cm^2)

V ——刀辊线速度 (cm/s)

i ——定子刀的组数

m_1 ——刀辊上的飞刀数

m_2 ——每组定子上的底刀数

S_1 ——飞刀厚度 (cm)

S_2 ——底刀厚度 (cm)

b ——飞刀长度 (通常等于刀辊宽度) (cm)

α ——底刀对刀辊轴线的偏角 ($^\circ$)

n ——刀辊转速 (r/min)

(6) 刀口系数

$$v = \frac{Vs}{H} = \frac{1}{S_1S_2}$$

式中 v ——刀口系数 (cm^{-2})

Vs ——切断能力 (cm/s)

H ——撕裂能力(cm^3/s)

S_1 ——飞刀厚度 (cm)

S_2 ——底刀厚度 (cm)

(7) 打浆系数

$$\mu = \frac{V_s}{F} = \frac{\pi D}{S_1 S_2} \cdot \frac{n}{60}$$

式中 μ ——打浆系数 [$1/(\text{cm} \cdot \text{s})$]

V_s ——切断能力 (cm/s)

F ——磨浆面积 (cm^2)

D ——刀辊直径 (cm)

S_1 ——飞刀厚度 (cm)

S_2 ——底刀厚度 (cm)

n ——刀辊转速 (r/min)

3. 圆柱磨浆机的刀片

圆柱磨浆机刀辊和底刀上的刀片有钢刀、天然石刀和砂轮刀等。刀的材质不同,使用寿命和磨浆效能也不相同。

(1) 钢刀

钢刀片的厚度有 6、8、10、12mm 不等,可按需要选用。

根据生产工艺上的需要和材料的提供情况,可选用如下的钢刀:

① 45 号中碳钢。它的硬度低,不耐磨,通常是运行 7 天左右就得换刀,但取材方便。

② 经热处理的 45 号中碳钢。即将做好的飞刀和底刀进行表面淬火,使飞刀硬度达到 HRC 50-55,底刀硬度达到 HRC40-45。它较中碳钢耐磨,运行一个月左右才换刀。但它的加工工艺复杂,费用较高。

③ 废旧的打浆机刀片。即利用废旧的打浆机刀片做成一定规格的飞刀和底刀片,然后镶嵌在圆柱磨浆机的转子和定子上。这样可节约金属材料,刀片的耐磨性也较高。

④ 不锈钢刀。它的耐磨性和耐蚀性均较好,使用期在半年左右或半年以上(依材质及生产条件的不同而异)。这在材料来源充足、价格适宜的情况下可以采用。

(2) 天然石刀

天然石刀的表面有许多气孔,且气孔的直径较大,单位面积上的气孔总周长和气孔总面积都较大。因此,这种材料对纤维的压溃、分丝、帚化的作用比较大而切断作用微弱,有利于在打浆时保留纤维的长度,对草类纤维和阔叶材纤维这些短纤维浆料的打浆有利。通常使用的天然石刀有玄武岩刀、小麻石刀等。天然石刀的产地不同,材质也有所差异。

(3) 砂轮刀

砂轮刀与天然玄武岩石刀和小麻石石刀比较,孔隙率更高,耐磨性更好。它对纤维的帚化、分丝的能力很强,对草类浆的打浆尤为有利。

我国常用的天然玄武岩材质如表 10-1-39 所示。

(4) 材质的选用

选用圆柱磨浆机刀片材料时,首先根据工艺要求来定。需要

表 10-1-39

材 质 指 标	山东玄武岩	铁岭玄武岩
一般气孔直径(mm)	0.2~0.5	0.8
最大气孔直径(mm)	4.0~4.5	
平均孔眼分布率(个/cm ²)	38	25
绝干重度(g/cm ³)	2.52	2.54
绝干密度(g/cm ³)	2.75	2.7~2.98
孔隙率(%)	8.4	12.5
吸水性(%)	1.63	
耐磨强度[g/(min·cm ²)]	0.072	0.044
每厘米 ² 石面上孔眼所占面积(mm ² /cm ²)	10~12	12.5
每厘米 ³ 石面上孔眼周长总和(mm/cm ²)	42~67	34~100

对纤维切断作用强的，可选用钢刀，需要对纤维帚化，分丝作用大而切断作用微弱的，可选用石质刀。

表 10-1-40 为圆柱磨浆机使用钢刀与石质刀(天然玄武岩刀)效能的比较。

表 10-1-40

效 能	钢 刀	玄武岩刀
切断纤维能力	较强	较弱
对纤维压溃帚化作用	较小	较大
对纤维匀整效果	较差	较好
打浆度提高快慢	缓慢	较快
打浆的适应性	偏于打游离浆	适于半粘状浆、粘状浆
刀的耐磨性	较高	较低

在选用石质刀处理短纤维纸浆(草类浆、阔叶材浆)时，在有可能的情况下，先选用砂轮刀，其次选用天然石刀。在选用天然石刀时，要求帚化效果较好可先选用小麻石刀，其次选用玄武岩刀；要求石刀的耐磨性较高，则先选用玄武岩刀，其次选用小麻石刀。

石质刀的耐磨性与孔隙率比较见表 10-1-41。

表 10-1-41

刀片类别	玄武岩刀	小麻石刀	砂 轮 刀
孔隙率(%)	0.4~12.5	18.2~19.1	最高
耐磨性	较高	较低	最高

4. 圆柱磨浆机的类型与技术特征

我国自 60 年代开始使用圆柱磨浆机以来, 结合生产实际, 经革新和研制, 已有多种型号。旧型号是: 50 型、100 型和 300 型。产品经整顿后, 圆柱磨浆机通用规格相应有: ZDY1、ZDY2 和 ZDY3 三个型号。我国小纸厂中使用得最多的是 50 型 (相当 ZDY1 型), 为了操作、维修方便, 扩大使用范围, 结构上已作了许多改进。

我国通用的圆柱磨浆机的主要技术特征如表 10-1-42 所示。

表 10-1-42

型 号	ZDY1	ZDY2	ZDY3
主要用途	各种浆料连续打浆或匀整	各种浆料连续打浆或匀整	各种浆料连续打浆或匀整
生产能力(t/d)	2~10	10~50	50~100
进浆浓度(%)	3~6	3~6	3~6
进浆压力(kg/cm ²)	0.2~0.3	0.2~0.3	0.3~0.5
打浆压力(kg/cm ²)	2~4	2~4	2~4
进浆口直径(mm)	φ80	φ125	φ180
出浆口直径(mm)	φ80	φ125	φ130
刀辊直径(mm)	φ180	φ400	φ560
刀辊长度(mm)	210	300	440
刀辊转速(r/min)	1470或970	975	735
定子刀数(组)	4	4	4
定子刀长度(mm)	210	300	440
刀的材质	玄武岩刀、砂轮刀或钢刀	玄武岩刀、砂轮刀或钢刀	
配用电动机型号、功率kW	JO ₂ 225M-6 45或 JO ₂ 225M-4 55	JS116-6 95	JS 137-8 210
配套的空气压缩机	压力980kPa (10 kgf/cm ²), 容量 300L/min一台 (每两台磨浆机配用一台)	压力980kPa (10 kgf/cm ²), 容量 300L/min一台 (每两台磨浆机配用一台)	压力980kPa (10 kgf/cm ²), 容量 400L/min一台 (每两台磨浆机配用一台)
外形尺寸 (长×宽×高, mm)	2060×795×760	2520×910×1100	3310×1270×1550
设备重量(包括电动机)(t)	0.90	3.08	5.70

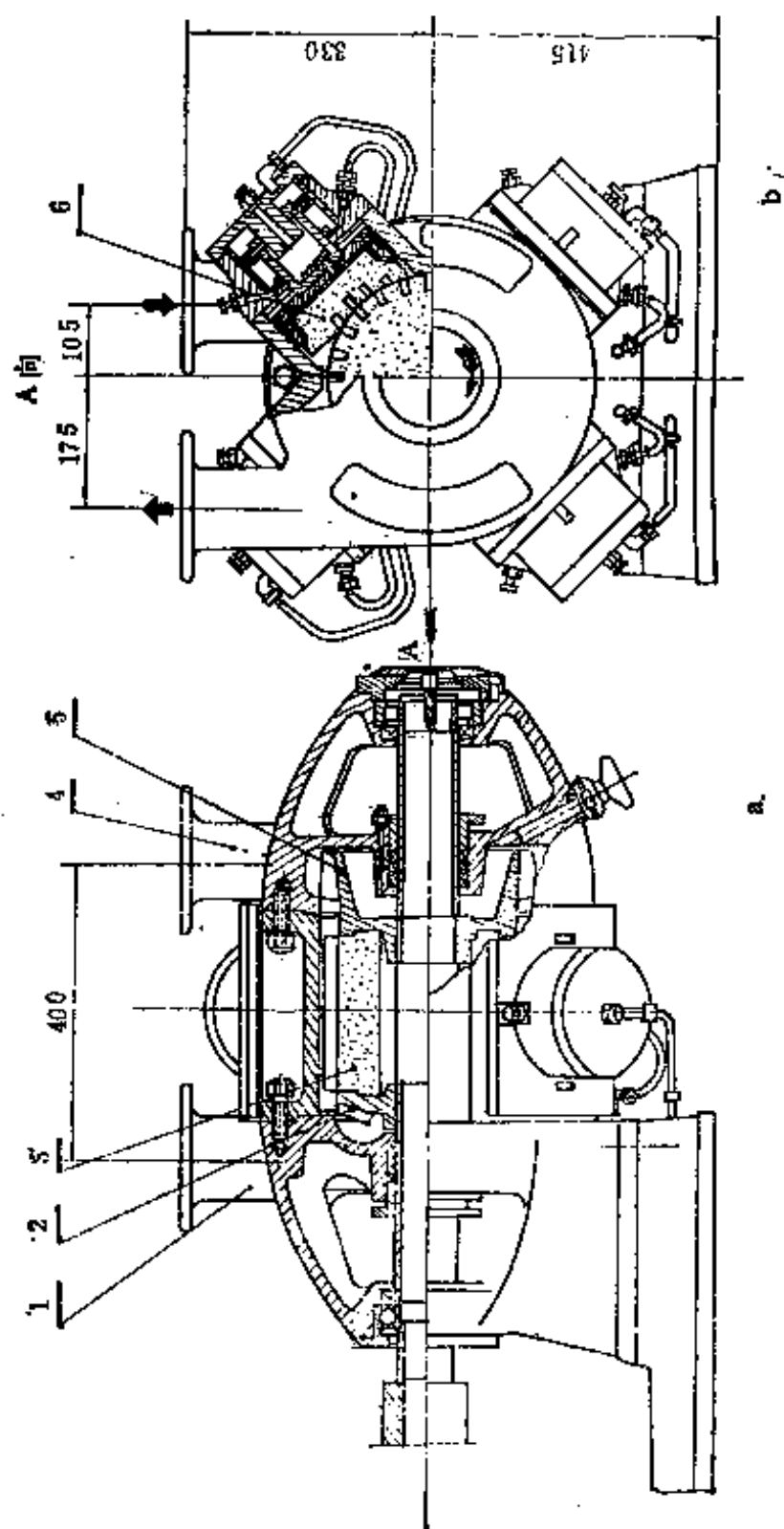


图 10-1-68 ZDY1型($\phi 280 \times 210$)圆柱磨浆机结构图

a—主视图 b—右视图

1—进口泵壳座 2—进浆叶轮 3—刀辊 4—出浆叶轮 5—出口泵壳座 6—定子刀

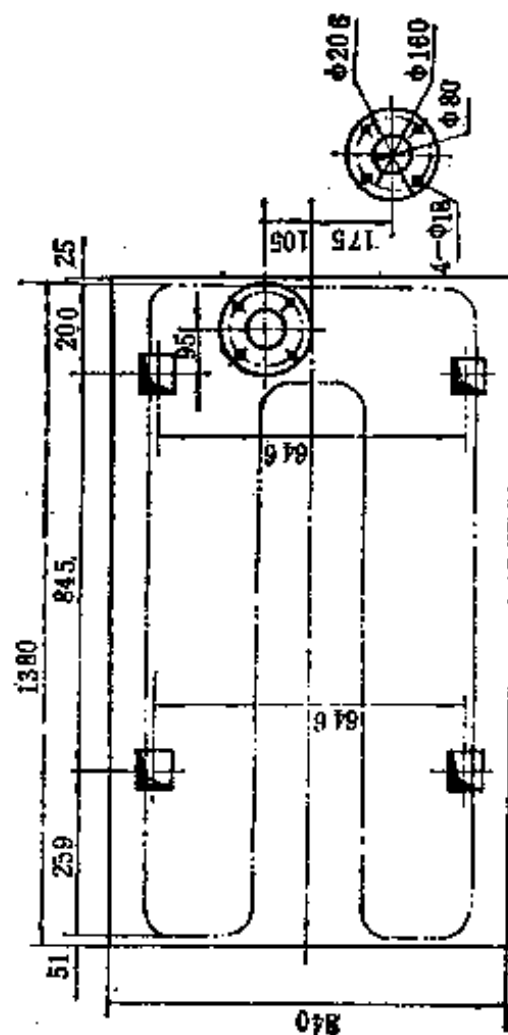
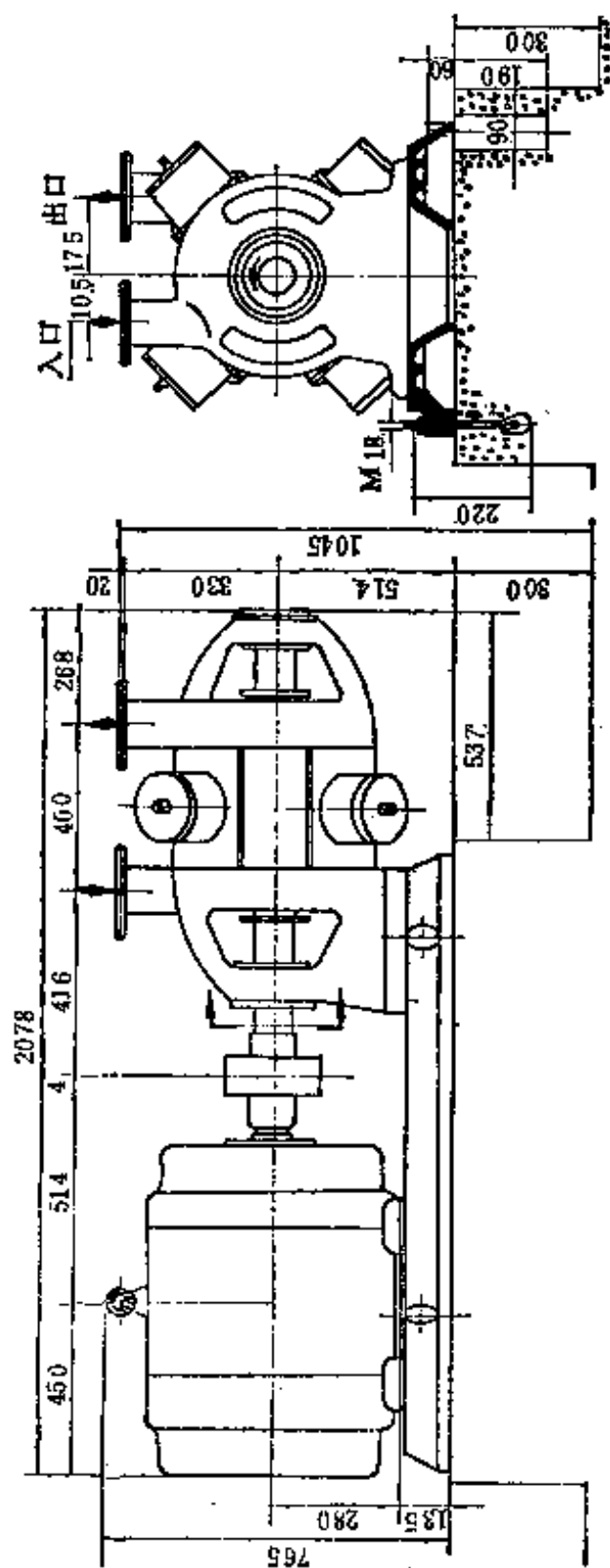


图 10-1-69 ZDY₁型(φ280×210)圆柱磨浆机安装图

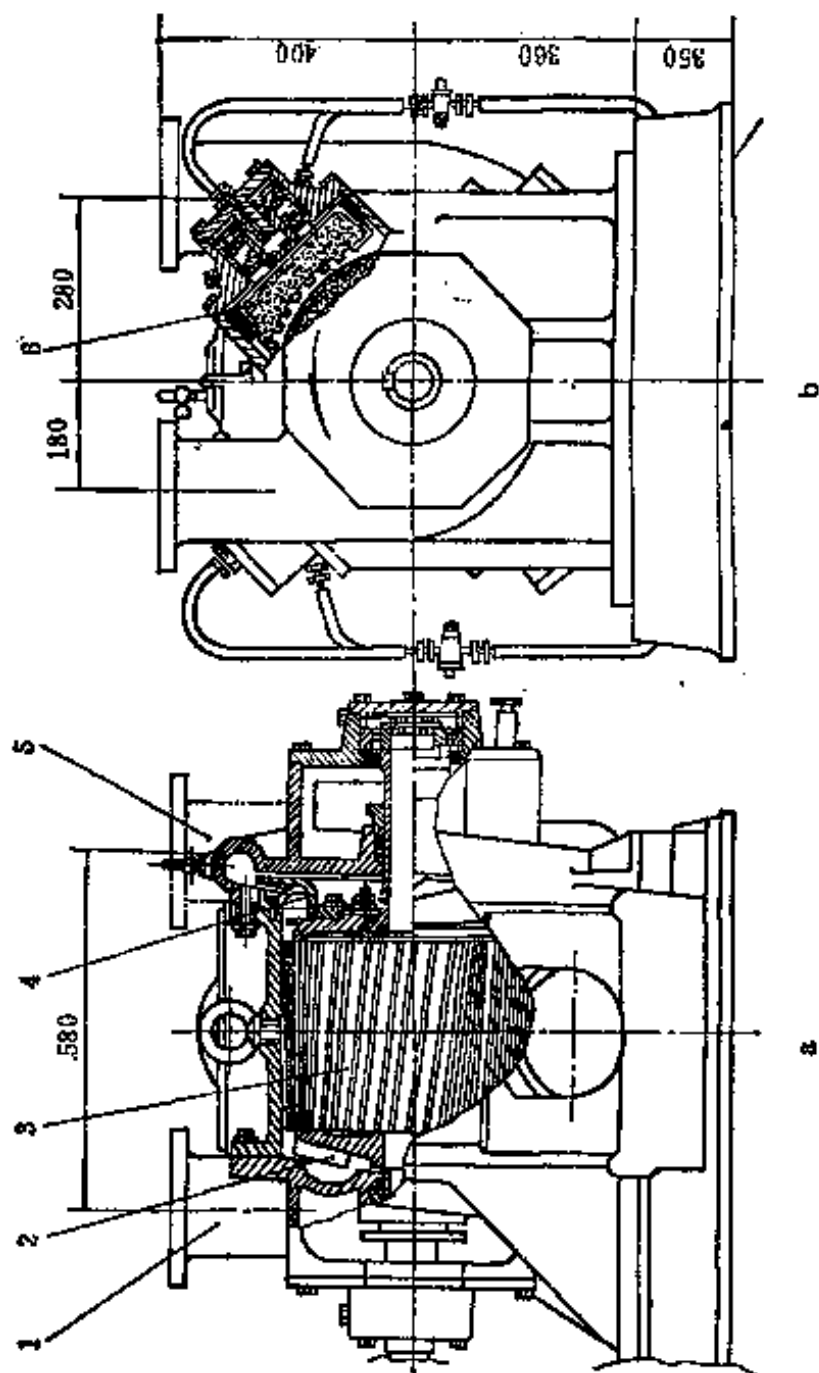
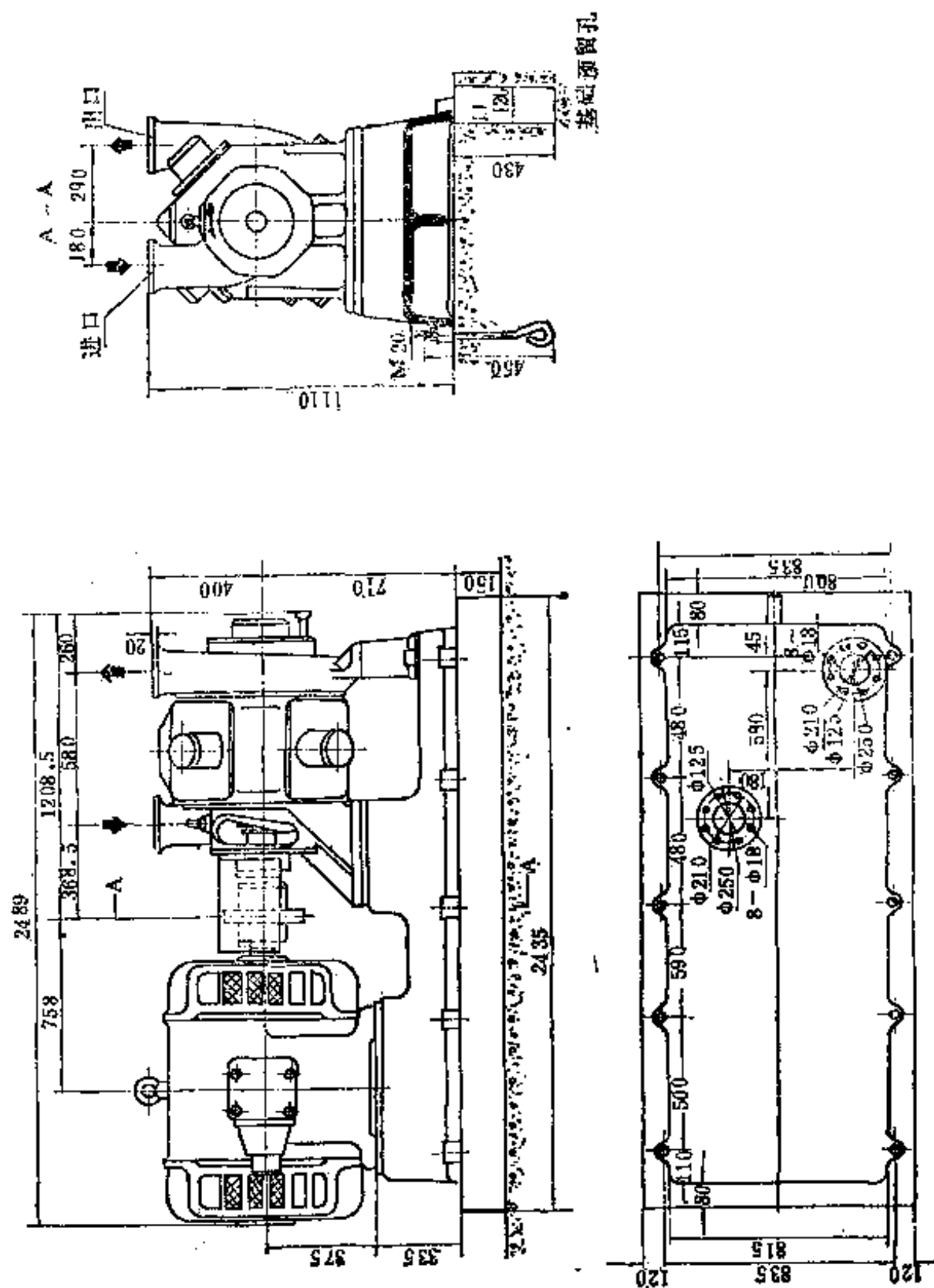


图 10-1-70 ZDY2型($\phi 400 \times 300$)圆柱磨浆机结构图

a—主视图 b—左视图

1—进口泵壳座 2—进浆叶轮 3—刀板 4—出浆叶轮 5—出口泵壳座 6—定子刀



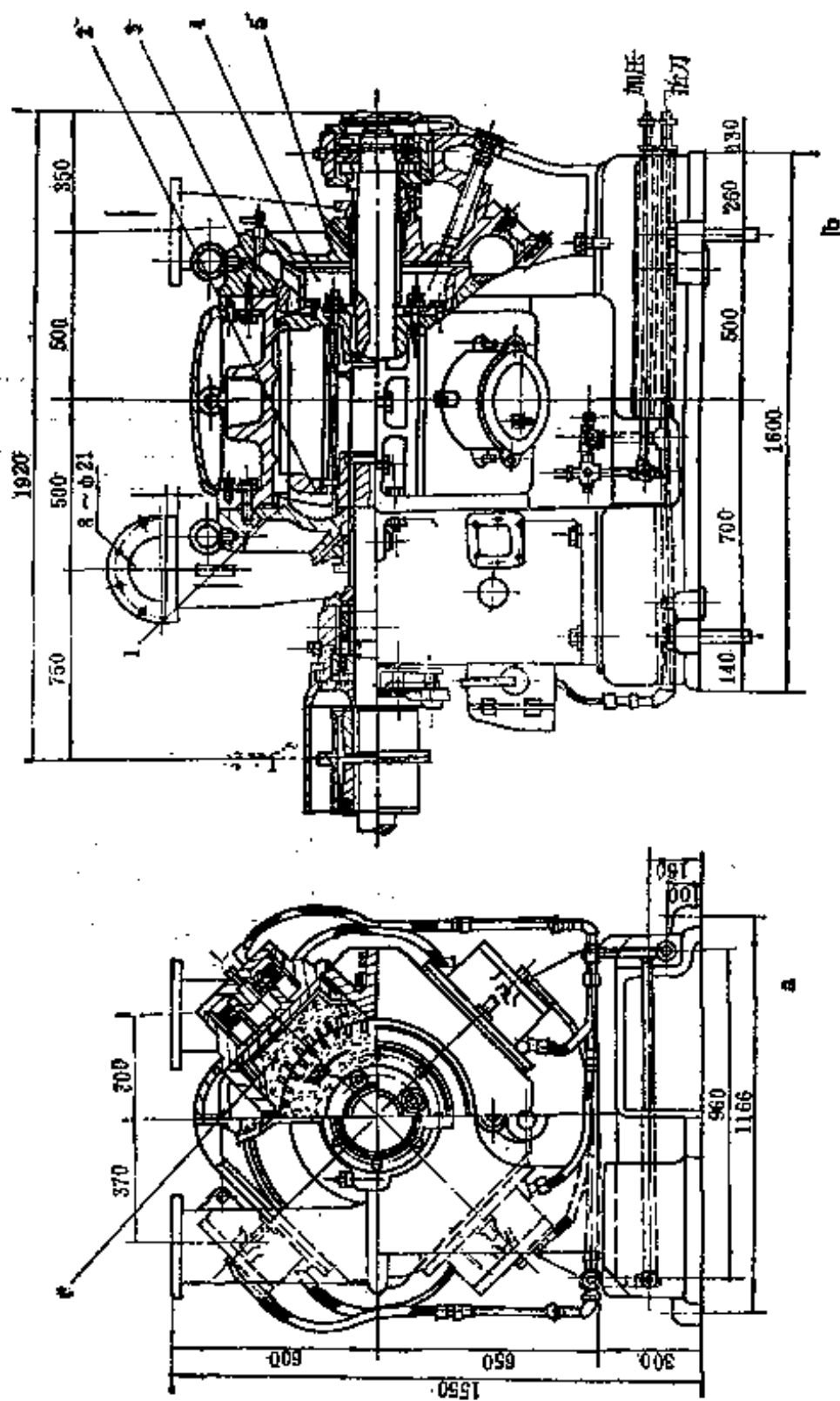


图 10-1-72 ZDY3型(560×440)圆柱磨浆机结构图

a—主视图 b—左视图

1—进口泵壳座 2—进浆叶轮 3—刀辊 4—进浆叶轮 5—出浆泵壳座 6—定子刀

5. 圆柱磨浆机的图例

圆柱磨浆机的图例如图 10-1-68至 10-1-73 所示。

6. 圆柱磨浆机磨浆压力调节装置

圆柱磨浆机通过磨浆压力调节装置调节刀辊与定子刀间浆层所承受的比压力(磨浆比压),以满足预定的打浆工艺要求。

磨浆压力调节装置由两部分组成:定子刀盒(圆柱磨浆机本体的组成部分)和加压装置(安置於磨浆机本体之外)。

(1) 圆柱磨浆机定子刀盒的结构形式

① 膜片-活塞式定子刀盒(图 10-1-74);

② 膜片式定子刀盒(图 10-1-75);

③ 简单膜片式定子刀盒(图 10-1-76)。

大型的圆柱磨浆机采用膜式-活塞式定子刀盒;小型的圆柱磨浆机多采用膜片式定子刀盒或简单膜片式定子刀盒。

图 10-1-77 为采用膜片式定子刀盒的 ZDY1-50 型圆柱磨浆机。这样的结构紧凑,制造和维护都比较方便。

(2) 圆柱磨浆机加压装置的型式

① 压缩空气加压装置(图 10-1-78):圆柱磨浆机采用压缩空气加压装置。配置方法可参照如下方案。

每两台 ZDY1 型($\phi 280 \times 210$)圆柱磨浆机或每两台 ZDY2 型($\phi 400 \times 300$)圆柱磨浆机可配用一台容量 300L/min、压力

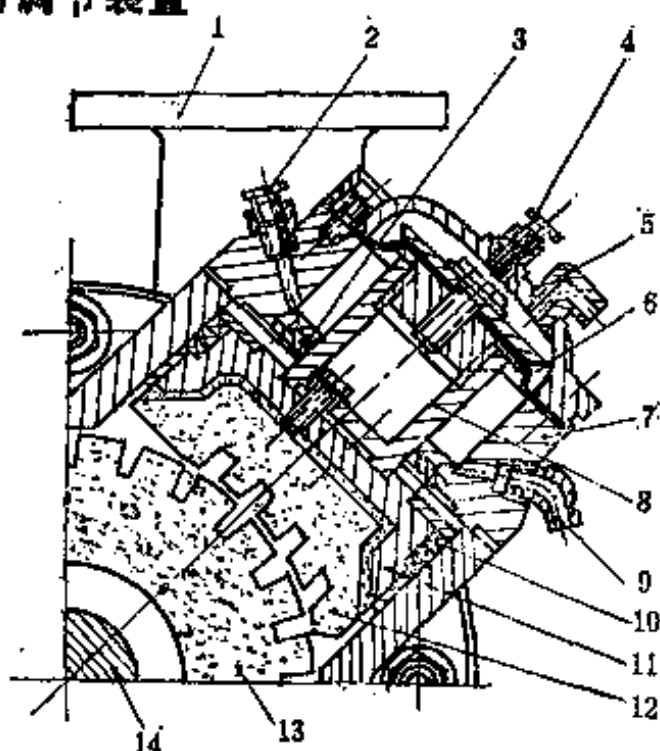


图 10-1-74 圆柱磨浆机膜片-活塞式定子刀盒

1—出浆口 2—放气阀① 3—密封橡胶圈 4—放气阀② 5—进刀加压管接头 6—膜片 7—缸体 8—活塞体 9—退刀加压管路接头 10—油毡 11—定子刀壳 12—定子刀 13—刀辊 14—主轴

980kPa (10kgf/cm²) 的空气压缩机。多台使用时, 则选用一台容量较大、压力 980kPa (10kgf/cm²) 的空气压缩机共用。

每两台 ZDY3 型 ($\phi 560 \times 400$) 圆柱磨浆机可配用一台容

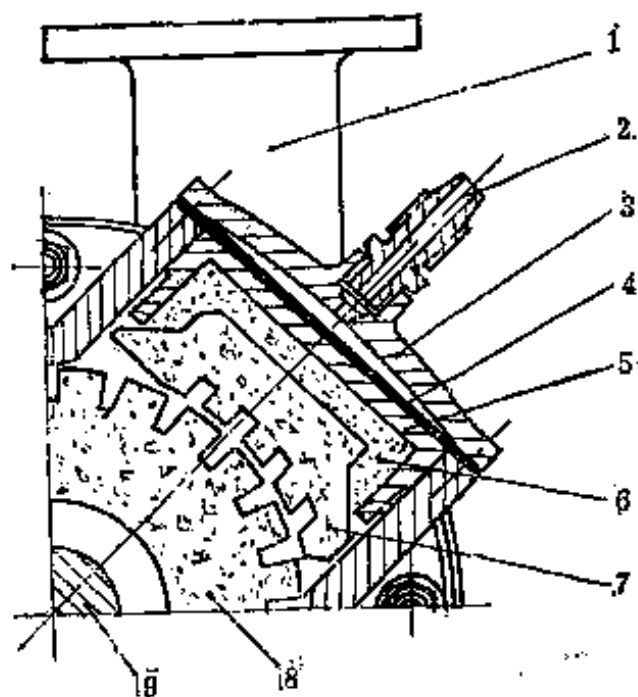


图 10-1-75 圆柱磨浆机膜片式
定子刀盒

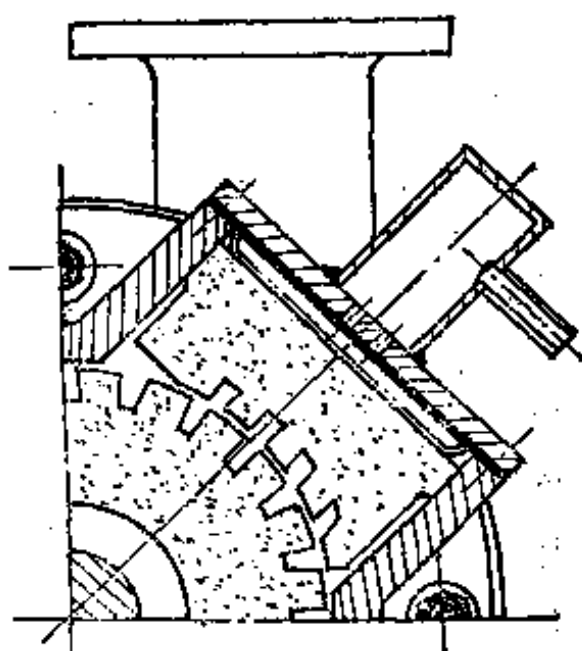


图 10-1-76 圆柱磨浆机简单膜
片式定子刀盒

1—出浆口 2—加压管路接头 3—压
盘 4—膜片 5—定子刀盒 6—粘面
层 7—定子刀 8—刀辊 9—主轴

量 460L/min、压力 980kPa (10kgf/cm²) 的空气压缩机。多台使用时, 则选用一台容量较大、压力 980kPa (10kgf/cm²) 的空气压缩机共用。

② 水压加压装置(图 10-1-79): 来水通过水泵加压后送进缓冲罐 5, 通过调压阀 (安全阀) 4 调整至适当的压力。水泵规格可

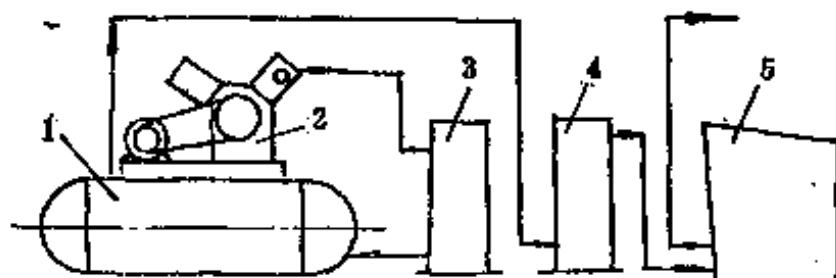


图 10-1-77 圆柱磨浆机压缩空气加压装置

1—空气压缩机气罐 2—空气压缩机 3—冷却器 4—油水分离器 5—操作台

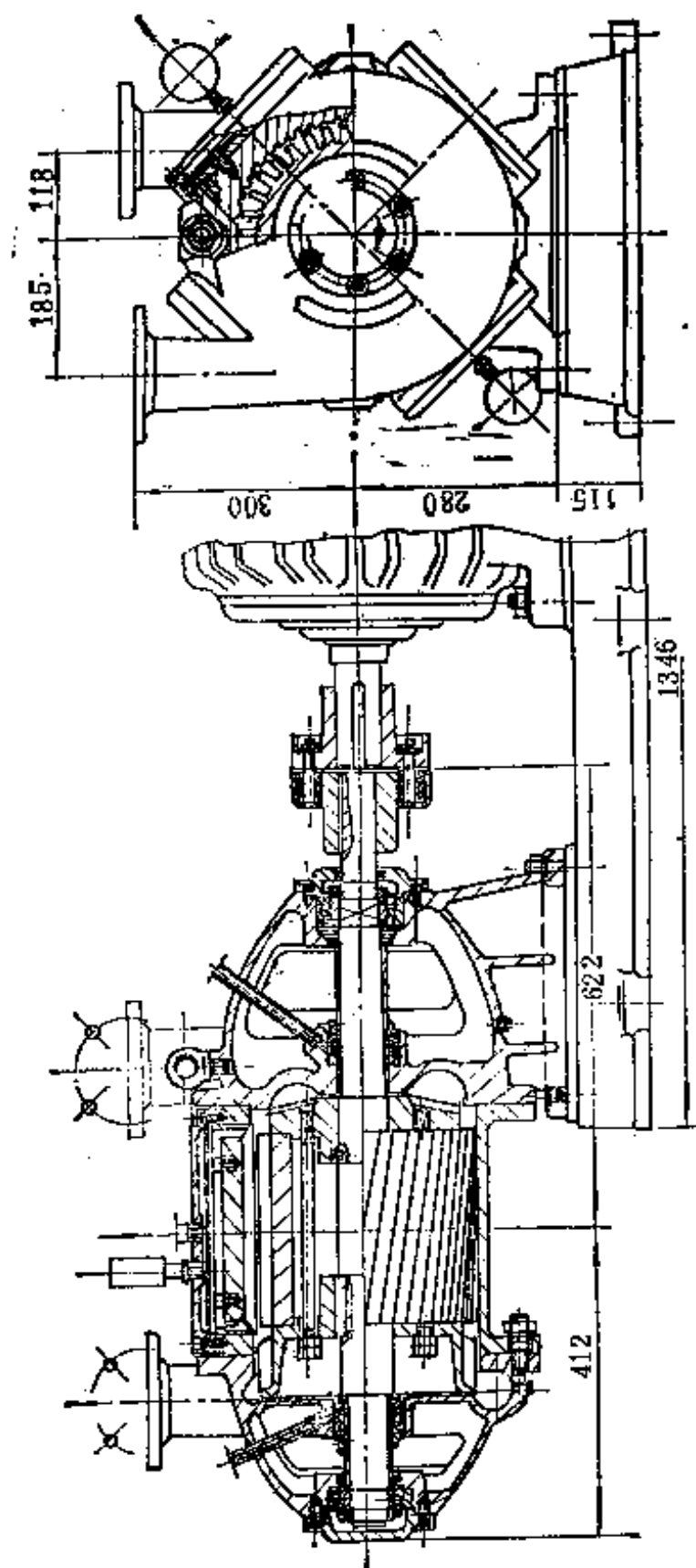


图 10-1-78 固有膜片式定子刀盒的圆柱磨浆机(ZDY1-50型)

按需要配用。例如,选用流量 222L/min、扬程 80m、口径30mm、

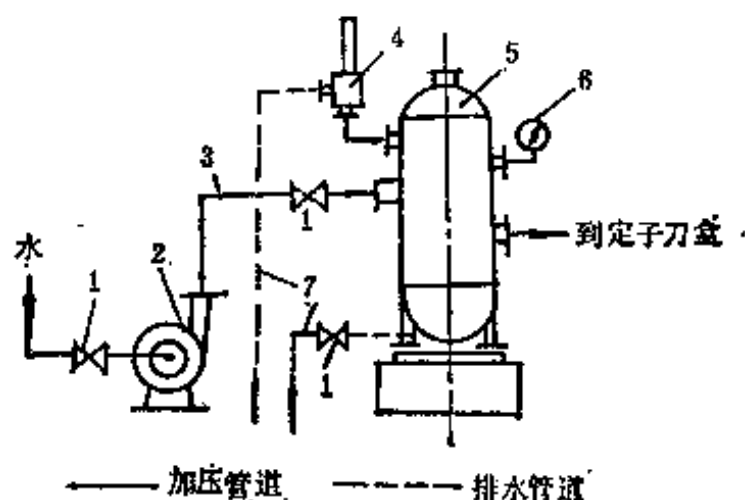


图 10-1-79 圆柱磨浆机水压加压装置

1—阀门 2—水泵 3—加压管道 4—调压阀 5—缓冲罐 6—压力表 7—排水管道

转速 1450r/min 的水泵一台,便可供四台 ZDY2 型圆柱磨浆机加压用。需要操作压力较高时,则可选用高压水泵配入加压系统。

③ 汽-水加压装置 (图 10-1-80): 圆柱磨浆机汽-水加压装置是利用纸厂中的蒸汽通入加压水缸 (工作水缸) 3 而获得压力水的。使用这一装置时,先将工作水缸 3 充水,水位离缸顶约100cm,然后开启阀门1,让蒸汽经调压阀 2 而进入工作水缸 3 的顶部。在蒸汽压力的作用下,清水由工作水缸 3 的下部流入支管,由支管向上经阀门 1 而到达定子刀盒。通入定子刀盒的压力水的压力由压力表 5 示出。调节调压阀 2,即可改变压力的大小。

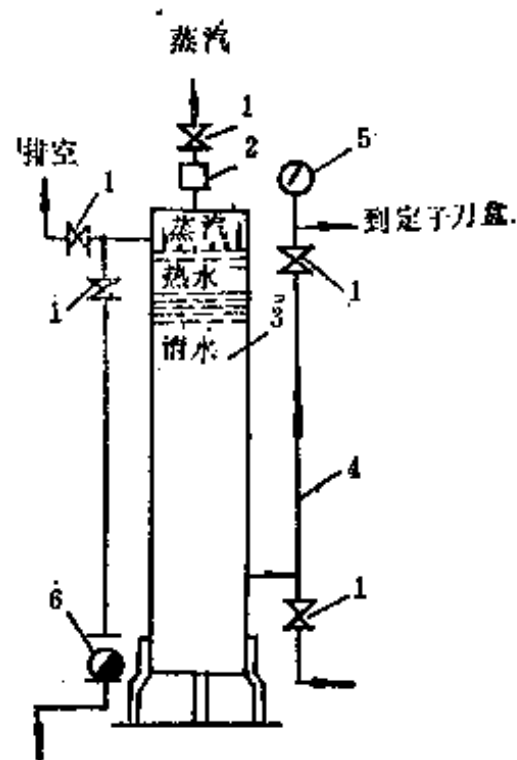


图 10-1-80 圆柱磨浆机汽—水加压装置

1—阀门 2—调压阀 3—加压水缸 (工作水缸) 4—管道 5—压力表 6—汽水分离器

(3) 圆柱磨浆机磨浆压力调节装置中加压介质工作压力的计算

$$p_s = \frac{G}{F_s} = \frac{m_1 m_2 S_1 S_2 b}{\pi D F_g \cos \alpha} \cdot p$$

式中 p_s ——加压介质（压缩空气或压力水）的工作压力（Pa）
 G ——每组（或每块）定子刀对刀辊圆柱面的正压力（N）
 F_s ——定子刀盒中工作介质的实际加压面积（cm²）
 m_1 ——刀辊上的飞刀数
 m_2 ——每组（或每块）定子刀上的底刀数
 S_1 ——飞刀厚度（cm）
 S_2 ——底刀厚度（cm）
 b ——飞刀长度（通常等于D 辊宽度）（cm）
 D ——刀辊直径（cm）
 α ——底刀对刀辊轴线的偏角（°）
 p ——磨浆比压（Pa）

（四）盘 磨 机

1. 概述

（1）盘磨机的结构特点

盘磨机与槽式打浆机、锥形磨浆机和圆柱磨浆机比较主要的结构特点是：

盘磨机是在两个圆形平面上布置刀纹的，因此刀纹的分区布置以及刀纹和刀槽形状尺寸的变化都比较方便，并且磨盘之间可以构成一定的配合锥度。磨区结构安排上的灵活性，使盘磨机能够适应各种不同的打浆工艺要求，是当今比较有发展前途的打浆设备。

图 10-1-81 为盘磨机圆形平面上布置刀纹的几种型式。

（2）盘磨机的功用

① 盘磨机广泛地用作化学浆、半化学浆的打浆设备。

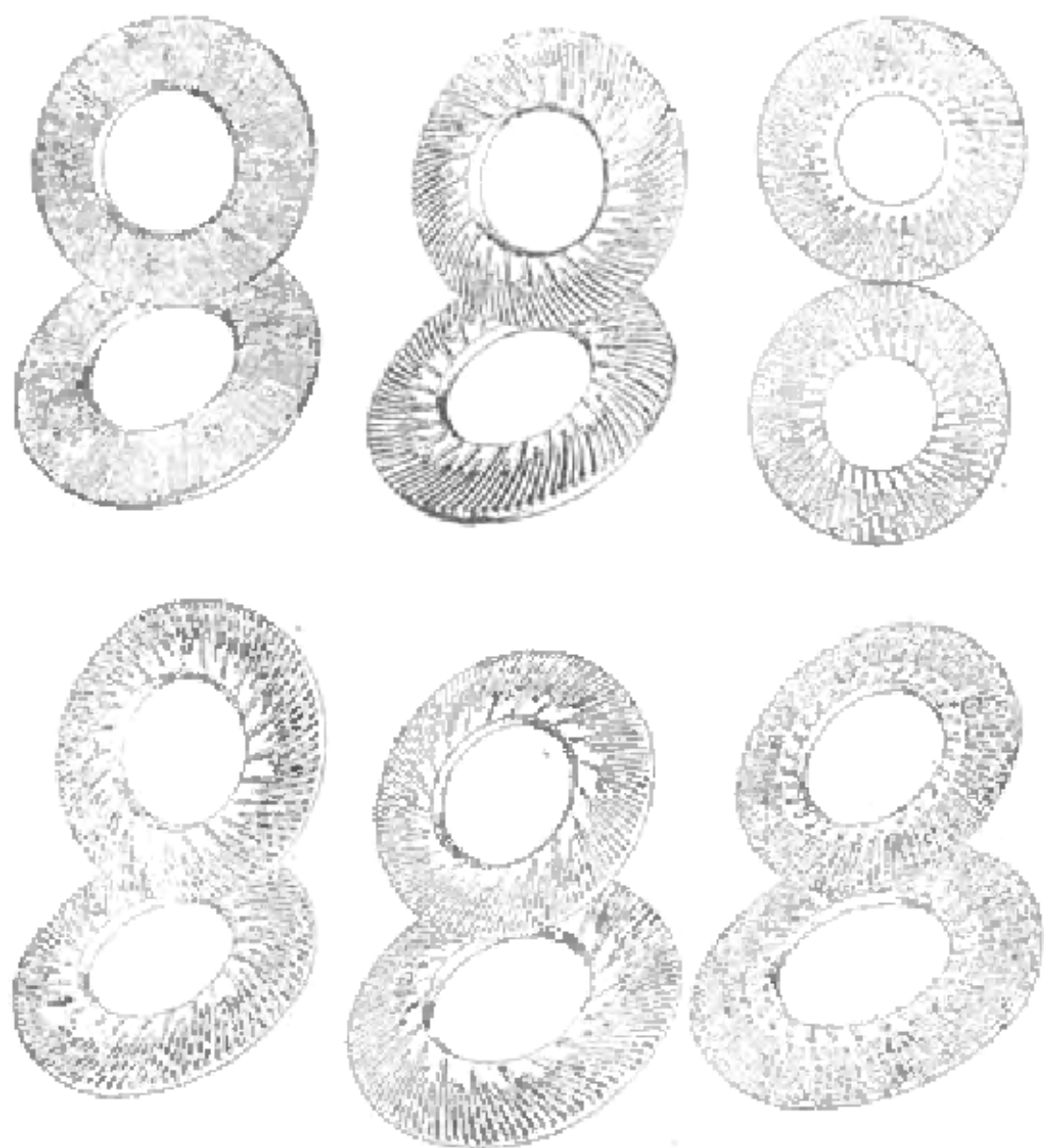


图 10-1-81 国内盘磨机磨纹的几种型式

② 盘磨机可以取代锥形磨浆机和圆柱磨浆机,安放于纸机前作为纸料的精整设备。

③ 盘磨机可以用来磨制化学机械浆和机械浆,完成植物纤维原料制浆和打浆过程。

④ 高浓盘磨机能够在 15~30% (甚至更高)的浓度下操作,进行高浓打浆 (或高浓磨浆)。

(3) 盘磨机的分类

① 按主轴安装形式分:卧式盘磨机 (主轴水平安装)和立式盘磨机 (主轴垂直安装)。

② 按磨盘装配情况分:

a. 单盘磨机 (一个转盘, 一个定盘构成一个磨区);

b. 双盘磨机 (两个转盘, 构成一个磨区) 也称双回转圆盘磨浆机);

c. 三盘磨机 (中间一个转盘, 两侧各一个固定盘, 构成两个磨区, 也称双磨区圆盘磨浆机或简称双圆盘磨浆机)。

③ 按适应浓度高低分: 低浓盘磨机 (通常指 7% 以下磨浆浓度) 和高浓盘磨机。

2. 我国通用的盘磨机类型与技术特征

(1) 国产通用的盘磨机的类型

国产盘磨机产品经整顿后现有的类型规格如表10-1-43所列。

表 10-1-43

种 类	型 号 规 格
单盘磨机	ZDP1($\phi 400$), ZDP2 ($\phi 500$), ZDP3($\phi 600$) ZDP8 ($\phi 330$), ZDP9($\phi 1250$)
双盘磨机	ZDP21 ($\phi 915$)
三盘磨机	ZDP11 ($\phi 450$)
热 磨 机	ZDP31($\phi 600$)

(2) 国产通用盘磨机的主要技术特征:

我国通用的盘磨机 (ZDP1, ZDP2, ZDP3, ZDP8) 以及盘磨机 (ZDP9, ZDP11, ZDP21, ZDP31) 的主要技术特征如表 10-1-44 以及 10-1-45 所示。

表 10-1-44

型 号	ZDP1	ZDP2	ZDP3	ZDP8
用途	用于各种浆料的连续打浆	用于各种浆料的连续打浆	适用处理化学浆、化学机械浆、浆料粗渣等	用于各种浆料的连续打浆
类别	单盘磨机	单盘磨机	单盘磨机	单盘磨机
生产能力(t/d)	2~12	3~15	10~30	0.35~0.70

续表

型 号	ZDP1	ZDP2	ZDP3	ZDP8
磨盘直径(mm)	400	500	600	330
磨盘转速 (r/min)	1470	1470	875	1460
进浆口尺寸 (mm)	φ100	I 型 φ100 II 型 150×200	I 型 φ150 II 型 205×190	φ100
出浆口尺寸 (mm)	φ100	I 型 φ100 II 型 80×180	I 型 φ100 II 型 220×100	φ100
磨盘间隙调节 范围 (mm)			0~25	
加压方式	油压	油压	油压	蜗杆蜗轮机械 加压
传动方式	直接传动	直接传动	三角带传动 小轮φ375 大轮φ630	直接传动
配用主电动机 型号、功率	JO ₃ -2255, 45 kw或JO ₃ - 225M, 55kw	JO ₃ -225M, 55kw或JO ₃ - 2505, 75kw	JR115-4, 110kw JR92-4, 100kw JO ₂ 92-4, 75kw JO ₂ 91-4, 55kw (按工艺要求选 一种)	JO ₂ 71-4, 22 kw
配用油泵电动机 型号、功率	JO ₂ -21-6V ₂ 0.8kw	JO ₂ -21-6V ₂ 0.8kw		—
配用进料螺旋电 动机型号、功率	—	JCH561 1.6kw (I 型用)	JTC561 (I 型用)	
重量 (t)	1.2	I 型 2 II 型 2.5(估)	I 型 11 II 型 12.5	0.8
外形尺寸(长× 宽×高)(mm)			IZ、Iy排列 2852×2573× 1215 IZ、Iy排列 3573×2573× 1107	

表 10-1-45

型 号	ZDP ₀	ZDP ₁₁	ZDP ₂₁	ZDP ₃₁
用途	用于各种浆料的连续打浆	用于各种浆料的连续打浆	供经过处理的松木、硬木、刨花等磨制浆料	用于连续蒸煮后浆料的热磨,也可用于半化学浆的热磨
类别	单盘磨机	三盘磨机	双盘磨机	热磨机
生产能力(t/d)	—	30	5~7	8~12
磨盘直径(mm)	1250	450	915	600
磨盘转速(r/min)	250~260	980	985	<980
进浆口尺寸(mm)	100×100	φ65(二个)	300×185	
出浆口尺寸(mm)	φ150	φ70	640×280	
磨盘间隙调节范围(mm)			0~14(移动最大距离90)	
加压方式	螺杆、弹簧机构	电动-蜗轮机构	螺杆机构	油压
传动方式	三角带传动	直接传动	直接传动	三角带传动
配用主电动机型号、功率	JO ₂ 82-6, 40 kW	JR117-6, 115 kW (附AZ3-7114P 0.4kW 调节电动机)	JM130-6TH, 130kW(两台)	JR127-6, 165 kW
配用油泵电动机型号、功率	—	—	—	JO ₂ 21-6T ₂ , 0.8kW
配用进料螺旋电动机型号、功率	—	—	JO ₂ 21-D ₂ /T ₂ 1.50kW	①JZS-71 15/5kW ②JTC562 2.6kW
重量(t)	3.7	1.5(不包括电动机)	7.8	7.9
外形尺寸(长×宽×高)(mm)	3276×2752×2075	1870×760×1042(不包括电动机)	3720×1471×1855	

3. 我国纸厂常用的几种盘磨机

我国纸厂中目前用得比较多的几种盘磨机是: φ330 单盘磨

机、 $\phi 100$ 单盘磨机、 $\phi 350$ 三盘磨机和 $\phi 450$ 三盘磨机。分别介绍如下：

(1) $\phi 330$ 单盘磨机 (表 10-1-44 中 ZDP8 型)

$\phi 330$ 单盘磨机的图例如图 10-1-82 至图 10-1-84 所示。

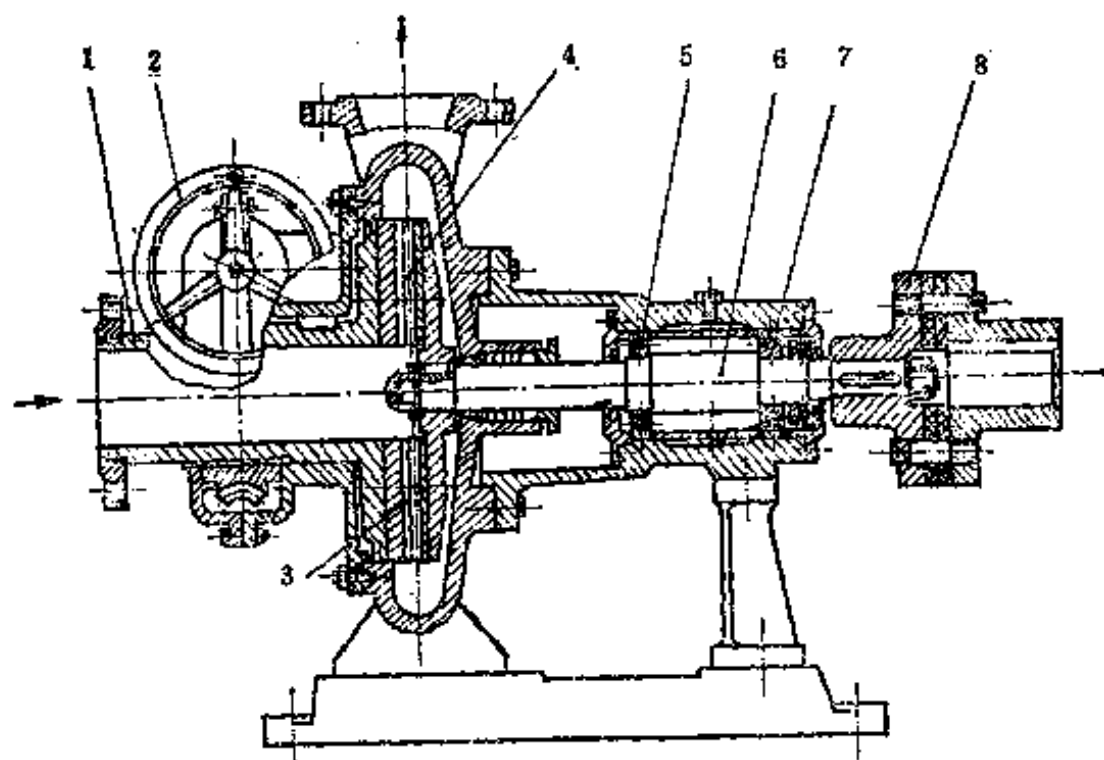


图 10-1-82 $\phi 330$ 单盘磨机 (蜗轮机构调节定盘) 结构图

1—连接定盘可移动的进料管 2—手轮与蜗杆蜗轮调节机构 3—固定磨盘
4—转动磨盘 5—磨浆侧轴承 6—主轴 7—传动侧轴承 8—联轴器

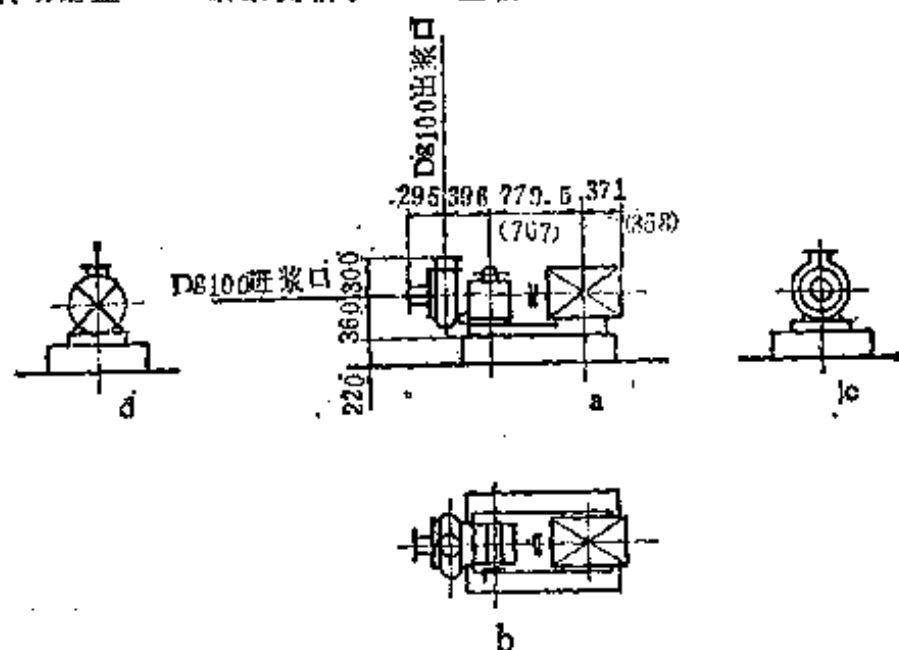


图 10-1-83 $\phi 330$ 单盘磨机外形尺寸图

a—主视图 b—俯视图 c—左视图 d—右视图

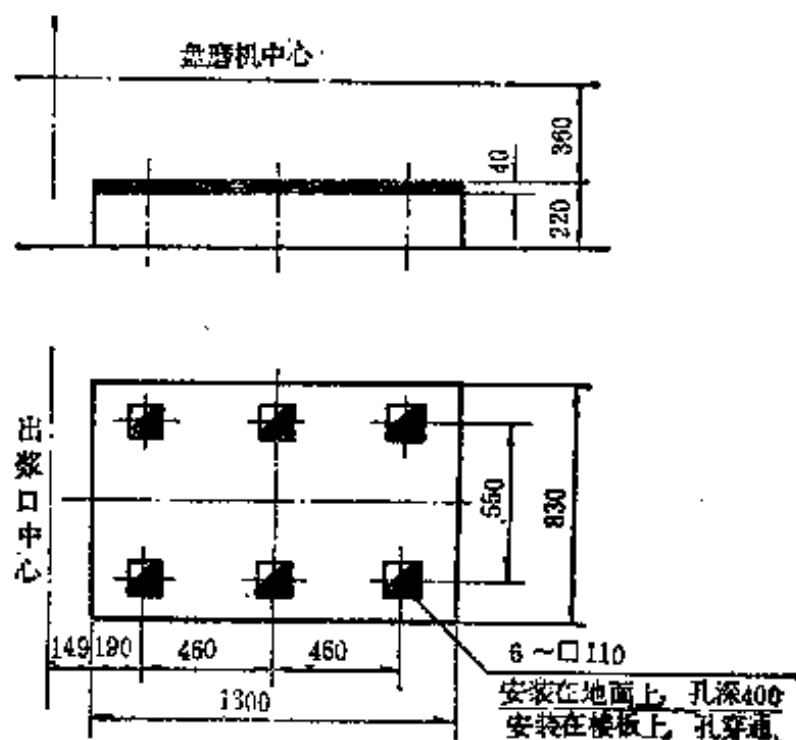


图 10-1-84 $\phi 330$ 单盘磨机安装基础图

(2) 借蜗轮机构调节转动磨盘的 $\phi 400$ 单盘磨机

① 主要技术特征如表 10-1-46 所示。

表 10-1-46

项 目	技 术 特 征	
浆料通过量	100~1000kg/h	
打浆能力	未漂硫酸盐针叶木浆	1760~3000kg, °SR/h
	硫酸盐蔗渣半化学浆	3250~6750kg, °SR/h
	蔗渣化学浆	4000~6750kg, °SR/h
适应浆料浓度	3~5%	
调节手轮每转一周转盘		
移动距离	0.15mm	
进浆管直径	100mm	
出浆管直径	100mm	
配用电动机	JO83-4, 55kW, 1470r/min	
设备重量	1000kg(不包括电动机)	
外形尺寸	长2500×宽800×高700mm	

② 基本结构组成：如图 10-1-85 所示，借蜗轮机构调节转

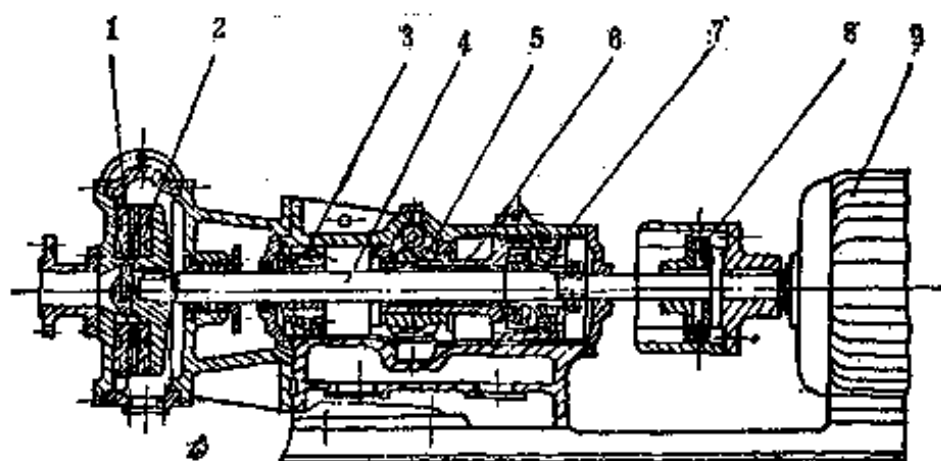


图 10-1-85 借蜗轮机构调节转盘磨盘的 $\phi 400$ 单盘磨机
装配结构图

1—固定磨盘 2—转动磨盘 3—磨浆侧轴承(前轴承) 4—主轴 5—蜗杆蜗
轮 6—推力螺旋(螺旋推力筒) 7—传动侧轴承(后轴承) 8—滑块联轴器
9—电动机

动磨盘的 $\phi 400$ 单盘磨机由磨室、轴承座、蜗杆蜗轮机构、机座、滑块联轴器和电动机各部分组成。磨室由铸铁的壳体和端盖构成磨室空间，内装固定磨盘和转动磨盘。浆料进口设在固定磨盘端盖的中心，浆料出口设在壳体的切线方向。打开端盖，即可装拆或检查磨盘。转盘与主轴端部采用 1:12 的锥体配合。壳体的填料函处有一轴套，对主轴起辅助支承作用。机身由铸铁的机身盖和机身底座（机座）组成。轴承装配在机身内，用以支承主轴。磨浆侧轴承（1361）3 可在机身内作轴向滑动，传动侧轴承 7 与推力螺旋 6 装配在一起，而推力螺旋上有导向平键，因此推力螺旋当蜗轮机构转动时，它只能做轴向移动而不能随之转动。

③ 磨盘间隙调节机构工作原理：借蜗轮机构调节转动磨盘的 $\phi 400$ 单磨盘机磨盘磨浆间隙的调节，是用手轮摇动蜗杆蜗轮并通过推力螺旋传动使转盘作轴向移动来实现的。图 10-1-86 为蜗杆蜗轮间隙调节机构。它的调节原理是：

当转动手轮 2 时，蜗杆跟着转动，并带动蜗轮 4 转动；蜗轮

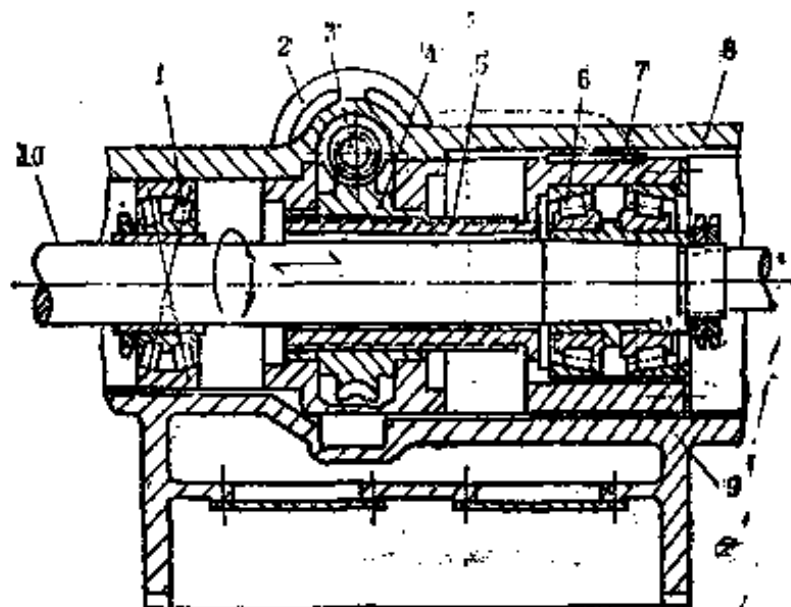


图 10-1-83 $\phi 400$ 单盘磨机的蜗杆蜗轮间隙调节机构

- 1—磨浆侧轴承(前轴承) 2—调节手轮 3—蜗杆 4—蜗轮 5—推力螺旋
(螺旋推力筒) 6—传动侧轴承(后轴承) 7—导向平键 8—机盖 9—机座
10—主轴

通过内孔的梯形螺纹与推力螺旋 5 连接。由于蜗轮只能在原位置上转动，因此推力螺旋在蜗轮转时就作轴向移动。推力螺旋没有螺纹部分则作为传动侧轴承 6 的轴承座，并与机身滑配合；传动侧轴承通过轴套与主轴联接。当推力螺旋(螺旋推力筒)作轴向移动时，转动的主轴也随之作轴向移动了，因而实现了盘磨机在运转过程中调节转盘与定盘之间间隙的目的。调节量的大小可以通过手轮处的指针和刻度盘表示出来。

这种手动机械式调节间隙的机构通常只适用于小型盘磨机。

(3) 借油压系统调节转动磨盘的 $\phi 400$ 单盘磨机(表 10-1-43 中 ZDP1 型)

① $\phi 400$ 油压调节单盘磨机图例： $\phi 400$ 油压调节单盘磨机图例如图 10-1-87 至图 10-1-89 所示。

② $\phi 400$ 油压调节单盘磨机油压调节的工作原理：图 10-1-89 油压系统的工作原理是：当油泵电动机开动时，油液从油箱 7 经滤油器 4、吸油管 8 而到达油泵 1 的吸油腔，然后由油泵中齿

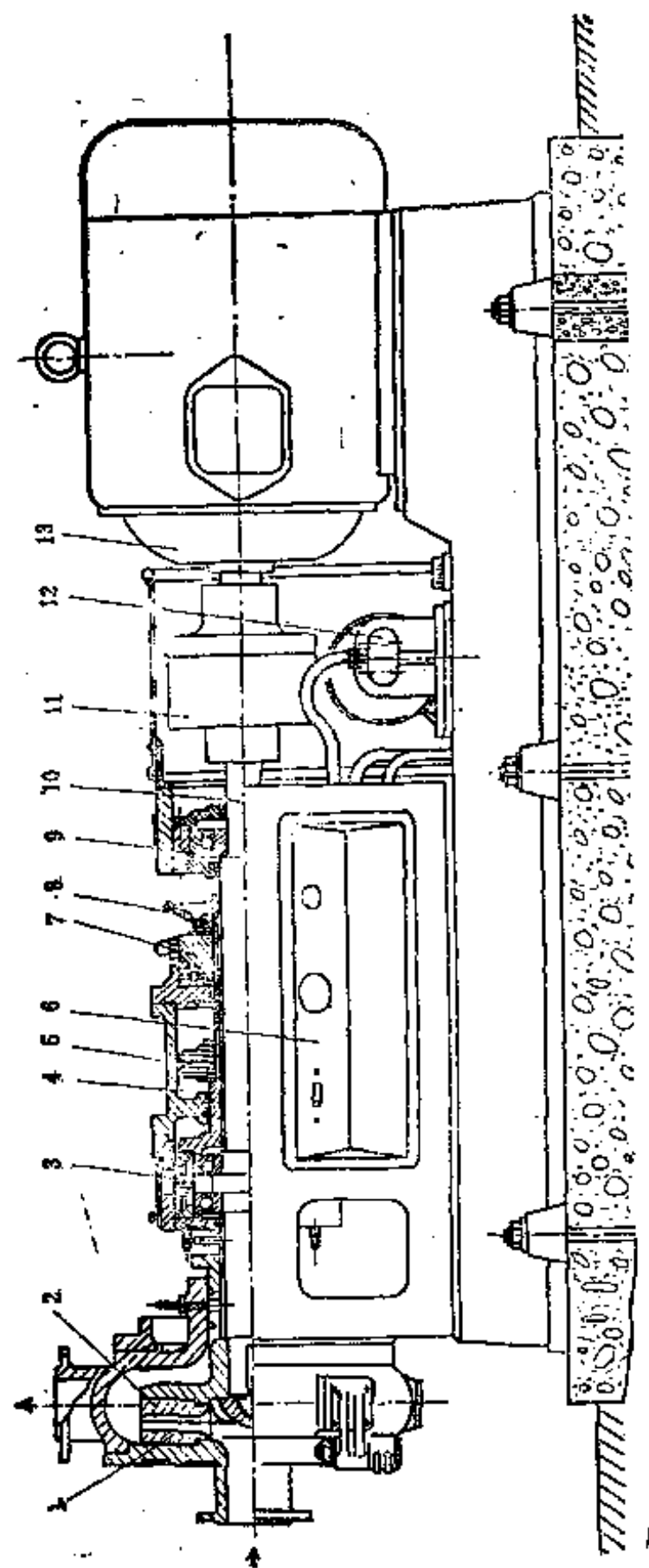


图 10-1-87 借油泵机构调节转动磨盘的 $\phi 400$ 单盘磨机 (ZDP1 400圆盘磨浆机) 结构简图

1—固定磨盘 2—转动磨盘 3—前轴承(磨浆侧轴承) 4—油压缸 5—活塞 6—仪表板 7—调节螺母 8—磨
紧手轮 9—后轴承(传动侧轴承) 10—主轴 11—滑动联轴器 12—油泵 13—主电动机

动换向阀（转阀）2，然后经油管 10 流进油缸 3 的 A 腔，此时油缸中的活塞从左向右移动，油缸 B 腔中的油则经油管 11 流向油箱。此时，盘磨机转动磨盘与固定磨盘分离，间隙增大。系统的工作压力由压力表 5 示出。

转动换向阀 2 是三位四通转阀。当转阀阀芯处于如图 10-1-89 所示的工作位置时，系统压力油通入 A 腔，引起活塞（也即盘磨机的推力筒）向右移；反之，当转阀阀芯处于位置 II（即扇形左边的位置）时，压力油通入油缸 B 腔，引起活塞（也即盘磨机的推力筒）向左移，此时，转动磨盘向着固定磨盘靠拢，间隙变小。而当转阀阀芯处于位置 III（即扇形的中间位置）时，则油缸 A 腔和 B 腔均没有压力油通入，活塞（也即盘磨机的推力筒）保持在原来的位置上不动。

这种油压系统适合于各类盘磨机使用。它的操作方便、可靠，调节灵活，调压范围很大。尤其是大型盘磨机，磨区的间隙、压力的调节大多数都是采用油压系统来实现的，而且系统的回路设计得比较周密和完善，但造价较高。

（4）小型三盘磨机

① 三盘磨机的结构原理：如图 10-1-90 所示，三盘磨机磨室中间装有随主轴 3 一起转动的转动盘 6，转动盘的两侧各装有一个转动磨盘（或称转动磨片）；5 和 7 是固定磨盘（或称固定磨片），可以直接装在壳体上（如图 10-1-90），也可以先分别装在一个圆盘（或称托盘）上，然后再装在壳体上。由于在磨室内装有两对磨盘而构成双磨浆区，因而得名“双盘磨机”，但因为通常在它的磨室内是用三个圆盘（一个转动盘、两个固定盘）来固着四个磨盘（两个转动磨盘，两个固定磨盘）的，因此把它统称为“三盘磨机”以免与传统的双盘磨机（双回转圆盘磨浆机）相混淆。

要处理的浆料由进口 A_1 和 A_2 进入磨区，由出口 B 离开磨室。固定磨盘 7 是可以作轴向移动的，通过蜗杆蜗轮机 8 达到调整磨盘间隙的目的。

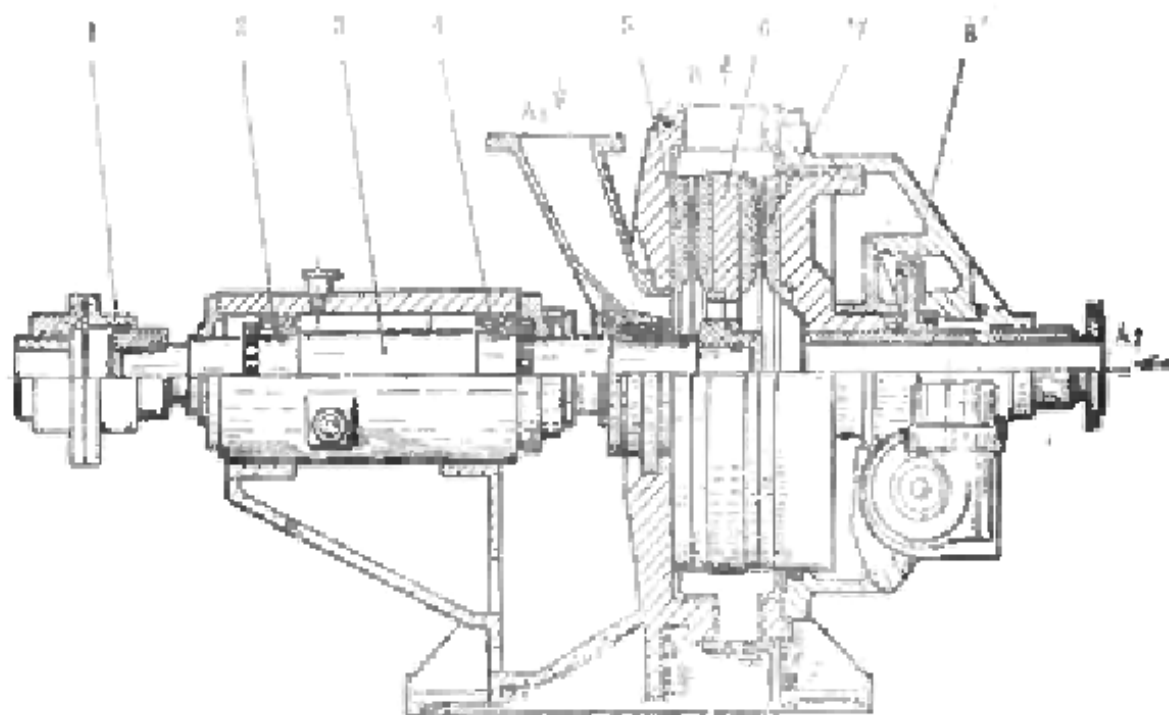


图 10-1-90 三盘磨机(双磨区盘磨机)结构简图

1—齿轮滑动联轴器 2—后轴承(传动侧轴承) 3—主轴 4—前轴承(磨浆侧轴承) 5—固定磨盘① 6—转动盘(两侧装转动磨盘) 7—固定磨盘②
8—蜗杆蜗轮调节机构

② 国产三盘磨机图例：国产三盘磨机图例如图 10-1-91 至图 10-1-94 所示。

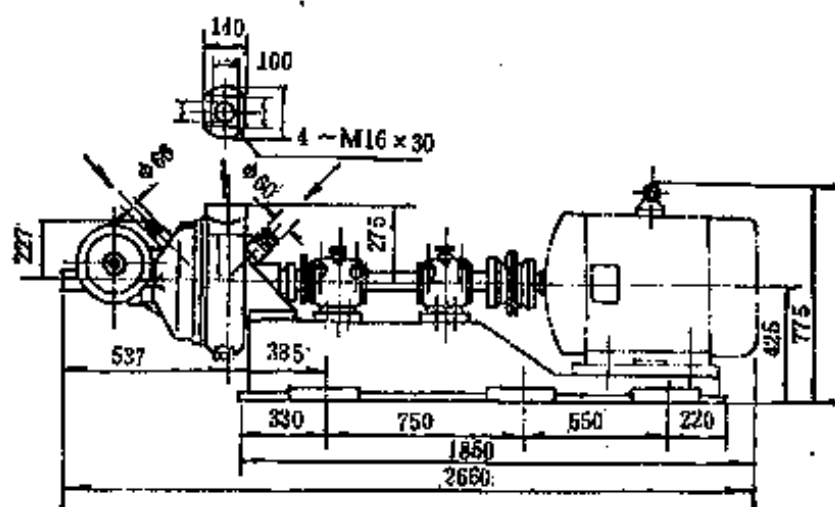


图 10-1-91 $\phi 350$ 三盘磨机外形尺寸图

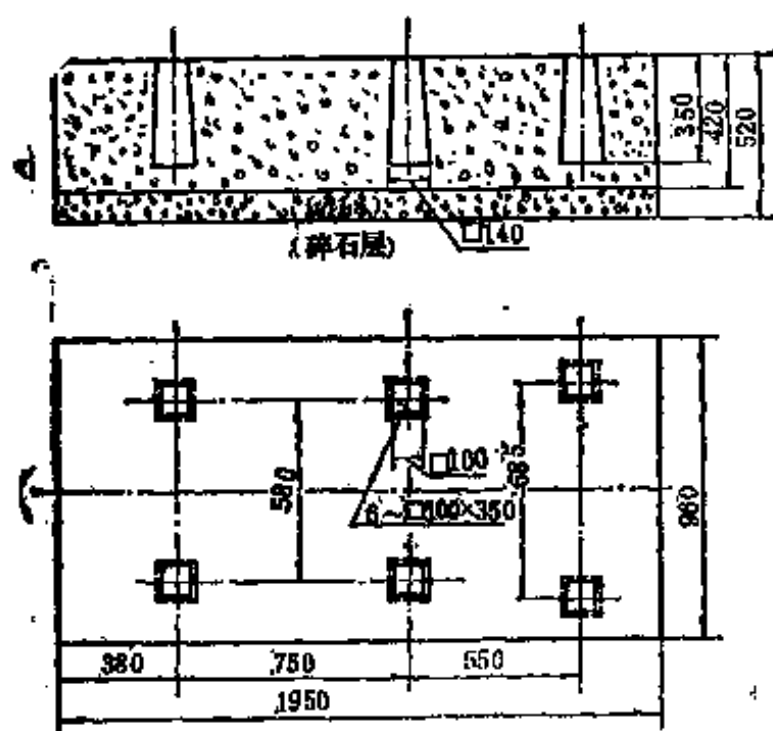


图 10-1-92 $\phi 350$ 三盘磨机安装基础图

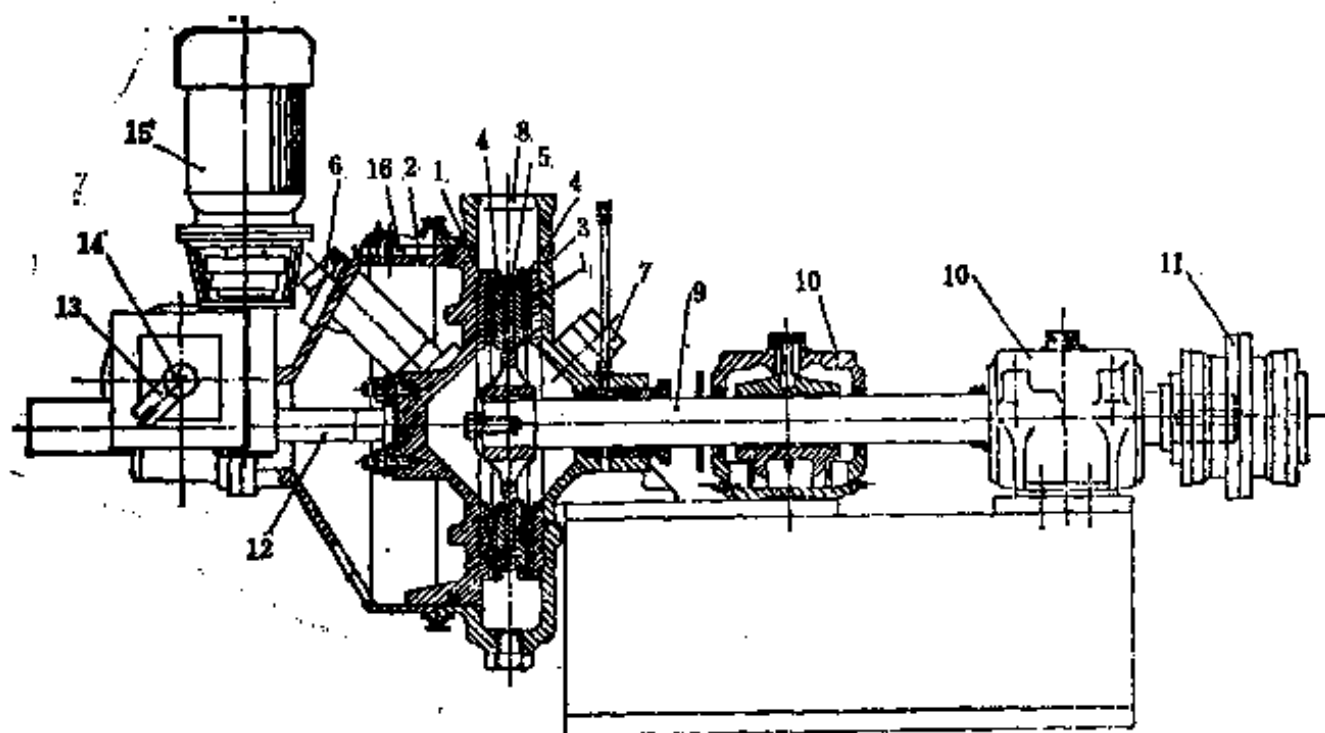


图 10-1-93 $\phi 450$ 三盘磨机(ZDP11)结构图

- 1—固定磨盘 2—磨盘移动座 3—机壳 4—转动磨盘 5—转动圆盘
6、7—进浆管 8—出浆口 9—主轴 10—滑动轴承 11—齿轮滑动
联轴器 12—螺杆 13—活动轴 14—插板 15—调节电动机 16—导键

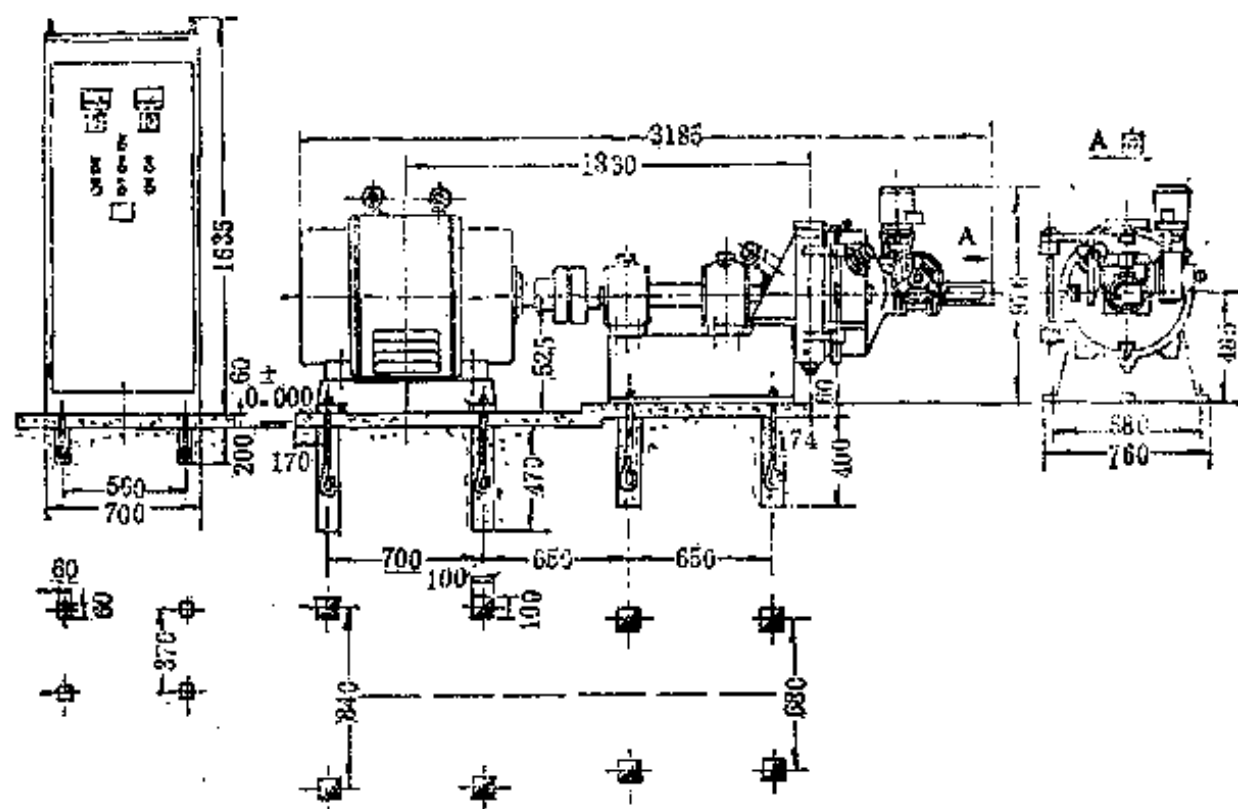


图 10-1-94 $\phi 450$ 三盘磨机(ZDP11)安装图

③ 三盘磨机电动-机械调节机构的工作原理：图 10-1-95 所示的 $\phi 450$ 三盘磨机 (ZDP11) 调节机构是用来调节两个磨浆区磨浆间隙的电动-机械调节机构。它由调节电动机 3 传动蜗轮箱 4 内的蜗杆蜗轮，最后使中心孔为螺孔的蜗轮 5 转动，结果螺杆 6 作轴向移动。螺杆 6 与磨盘移动座（见图 10-1-93）连接在一起，因而螺杆 6 的轴向移动也就是移动座的轴向位移。移动座位置的变动也就是固着在移动座上的固定磨盘（见图 10-1-93）位置的变动。由于其中一个磨区磨浆间隙的变化便引起了两个磨区之间产生了一个压力差。在这个压力差的作用下，中间的转盘便沿着压力差的正值方向作微小的轴向位移，从而达到同时调节两个磨区间隙的目的。

电动-机械调节的操作过程是：将螺钉 7 拧松，移动插板 8，推进活动轴 9，把插板 8 插入活动轴 9 的环槽内，拧紧螺钉 7，于是形成了如图 10-1-95 中的位置，便可开动调节电动机 3。当

电动机顺时针转动时为进刀，反之为退刀。

有时当调节电动传动失灵，或者需要手动操作磨盘进退时，则必须先将螺钉 7 拧松，移动插板 8，拔出活动轴 9，使之与蜗杆 10 脱离。此时，电动传动不起作用，电动蜗杆蜗轮调节就变成手动蜗杆蜗轮调节了。顺时针转动手轮为进刀，反之为退刀。

4. 盘磨机的磨盘（磨片）

（1）磨盘的形式

① 整体圆盘形磨盘：磨盘直径小于 600mm 的，通常做成整体的圆盘形，如图 10-1-96 所示。它便于制造加工。



图 10-1-96 整体圆盘形磨盘

② 由若干扇形磨片组成的磨盘：磨盘直径 600mm 或 600mm 以上的均做成由一定数量扇形磨片组成的磨盘，如图 10-1-97 所示。它便于磨盘的安装和拆卸。

③ 其它形式：无论整体圆盘形磨盘还是由若干扇形块组成的磨盘均可将精磨区（或者精磨区和磨浆区）单独做成磨片，然后组装成为所要求的圆形磨盘。这样，磨损得快的精磨区（接近磨盘圆周的区域）可先行更换，而其它部分仍可以继续使用，以减少磨盘费用。

（2）磨盘的使用寿命

磨盘的使用寿命随磨盘齿纹材质的不同而异。一般的使用情况是：

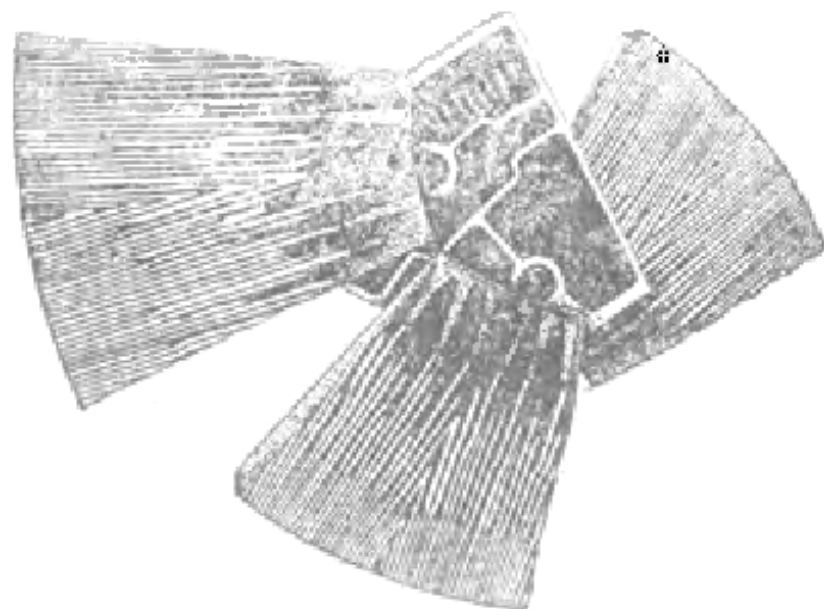


图 10-1-97 组成圆形磨盘的扇形磨片

灰口铸铁磨盘，使用寿命 7~20 天；

白口铸铁或冷硬铸铁磨盘，使用寿命 30~60 天；

磨纹面堆焊碳化钨的磨盘，使用寿命 60~90 天；

砂轮磨盘，使用寿命 60 天左右；

低合金钢磨盘，使用寿命 30~180 天；

高合金钢磨盘，使用寿命半年或半年以上。

(3) 磨盘的材质

① 冷硬铸铁磨盘磨纹材料的组分和硬度如表 10-1-47 所示。

表 10-1-47

磨盘类型	化学组分(%)							硬 度
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	
普通冷硬磨盘*	2.92	0.44	0.33	0.14	0.054			HRC46
含Cr冷硬磨盘	2.96	0.33	0.39	0.36	0.55	1.27		HRC55
含Cr、Ni冷硬磨盘	3.50	0.60	0.50			2.00	4.50	HB600(砂型铸造) HB700(铁模铸造)
含Cr、Ni冷硬磨盘 [※]	2.70	0.60	0.50			2.00	4.50	HB500(砂型铸造) HB625(铁模铸造)

* 一般冷硬铸铁的化学成分为：C 3.0~3.2%；Si 1.9~2.2%；Mn 0.6~0.8%；P 0.17~0.25%；S 0.08~0.12%。

表 10-1-48

磨盘类型	化 学 组 分 (%)									硬 度
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Ti+Al	
3Cr17Ni2Mo(国内)	0.3 ~0.4	0.5	0.5	0.01	0.01	16.5 ~17	1.7 ~2.0	0.5 ~0.6	—	HRC 42~46
3Cr 13(国内)	0.2 ~0.4	1.5	1.0	—	—	11.5 ~14	1.0	0.5	—	HB450
瑞典磨盘	0.21 ~0.44	0.33 ~0.90	0.31 ~0.73	0.01 ~0.024	0.009 ~0.039	15.5 ~17.84	1.50 ~1.80	0.54 ~0.90	—	HRC 42~46
苏联9×18	0.9 ~1.0	≥0.8	≥0.3	≤0.03	≤0.03	17 ~19	≥0.6	—	—	HRC 50~54
日本TAC 52	0.087	0.57	1.07	—	—	16 ~18	6~8	—	2.07	HRC 48以上
日本FVS-3	0.30	0.60	0.43	0.017	0.010	16.5	1.99	0.57	—	HV 10=554~563

② 合金钢磨盘磨纹材料的组分和硬度如表 10-1-48 所示。

③ $\phi 1270$ 合金钢磨盘扇形磨片材质分析如表 10-1-49 所示。

表 10-1-49

组 分	中心区		中间区		精磨区	
	齿 面	背 面	齿 面	背 面	齿 面	背 面
C%	0.27	0.14	0.21	0.23	0.23	0.19
Si%	0.45	0.68	0.59	0.64	0.58	0.66
Mn%	0.86	0.81	0.25	0.28	0.42	0.42
S%	0.008	0.018	0.009	0.027	0.030	0.027
Cr%	19.45	19.50	15.85	15.70	16.70	16.80
Ni%	5.35	5.35	0.20	1.95	1.95	1.95
Mo%	1.26	1.16	0.53	0.53	0.32	0.47

(4) 磨盘的制造

1) 几种磨盘的制造方法

① 冷硬铸铁磨盘：首先铸出毛坯。它的铸造方法是：首先制成一个所要求的齿纹面的金属阴模，而磨盘的背面则用砂模，然后把金属模与砂模对搭在一起即构成磨盘铸模。用通常的浇注方法将铁水倒入铸模里。由于金属模的冷却速度较快，在磨盘齿纹面上形成了一层硬度高、耐磨性强的白口层，而磨盘背面则仍是易于加工的灰口铁。

为了降低金属模的成本，通常金属模可采用灰口铸铁铸出，然后由钳工把齿纹修光。每个铸铁模子可铸出磨盘 100 件以上。

金属模使用时，应先在型腔表面涂上涂料，以防止灼热的铁水粘结于金属模子表面，使磨盘毛坯容易脱模以及延长金属模子的使用期。涂料一般可用焦炭粉、碳灰、水玻璃和水混合而成。

为了减少磨盘毛坯的内应力和防止裂纹的产生，铸模在浇注铁水之前需对金属模进行加热至 $60 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。

铁水倒入模子凝固成磨盘毛坯之后，铸件毛坯温度仍然很高。

这时可以马上起模，把磨盘毛坯取出，充分利用这部分余热使铸铁件激冷部分退火并消除内应力。

铸造一般的冷硬磨盘，铁水的成分要求不高，采用一般中等强度灰口铸铁（如 HT20-40）铁水浇注即可，不必像白口铸铁那样要单独配料。由于它的取材方便、工艺简单，因此一般的铸造工场即可生产。

冷激铸铁是目前简单易行、成本低廉而耐磨性又较一般灰口铸铁好得多的磨盘材料之一。若在可能的条件下，在铁水中加入某些合金元素（如 Cr、Ni、Mn、Mo 等），则能显著改善冷硬层的金相组织，使之耐磨性更高。

冷激铸铁毛坯铸出后，稍加清渣修理，经车削和磨削后符合图纸要求，即可使用。

② 堆焊碳化钨磨盘：为了延长灰口铸铁磨盘的使用期，可以灰口铸铁磨盘的齿面上堆焊一层耐磨的碳化钨材料。它的操作程序是：

a. 把灰口铸铁磨盘胚件在车床上粗车齿面和其它各加工面。

b. 进行预热。通常是用气焊枪将磨盘的齿纹面均匀喷烧预热（温度约达 $600\sim 650^{\circ}\text{C}$ ）。

c. 用碳化钨堆焊电焊条（如堆 707）在齿纹面上堆焊 1~1.5 毫米厚的碳化钨层。每条齿纹堆焊一层后，趁热再堆焊第二层，至堆焊层厚度为 2.5~3 mm。

d. 冷却处理。即将堆焊后的磨盘进行自然冷却或者埋入热灰、砂中缓冷。

e. 机械加工。将堆焊上碳化钨的齿面在专用磨床上进行磨削平整。没有专用磨床，则用手动砂轮机进行小心打磨至一定的平整度。

碳化钨堆焊后的硬度可达 HRC60 以上。

此法加工稍为烦琐，成本较高，但对延长灰口铸铁磨盘的使用期有明显效果。

③ 砂轮磨盘，它的制造方法是把从市场上买来的规格大小合适的碳化硅砂轮盘，用人工在它的表面上刻上合适的齿纹，然后用环氧树脂粘固于砂轮盘的金属托盘上，即可使用。

环氧树脂可以从市场上买来，也可以用下面配方制成：环氧树脂 100 g，邻苯二甲酸二丁酯 8~12 g，乙二胺 8~12 g。

砂轮磨盘不但使用寿命较长，而且对纤维的切断作用小而分丝、帚化效果好，适合于草类浆的打浆。在经过系列性的精心试验之后，确定合适的磨纹形状大小以及砂轮的配方规格，便可批量定制供应。

④ 合金钢磨盘：合金钢磨盘可采用石蜡精密铸造系统铸造而成。此法工艺较复杂，成本也较高。因此，也可采用砂模造型铸造，再经一系列处理及加工而获得耐磨度高的合金钢磨盘。

制取合金钢磨盘一般的工艺过程是：

- a. 砂模造型；
- b. 铸模烘干 (190℃)；
- c. 浇注钢水 (由中频感应电炉熔炼)；
- d. 磨盘胚体正火 (加热 850℃) 并整形；
- e. 磨盘胚件淬火 (加热 1000℃，油淬)；
- f. 回火 (250℃)；
- g. 喷砂；
- h. 磨削磨盘齿面及其它加工面；
- i. 汽油清洗；
- j. 校平衡。

为了在节约贵重金属的同时提高合金钢磨盘的性能、降低制造成本，还需对合金钢配方及热处理工艺进一步研究，以获得耐磨性强而价格便宜的合金钢磨盘。

2) 盘磨机磨盘的表面加工：盘磨机装配后，要求两个磨盘齿纹面之间在同一半径圆周上的间隙处处相等，齿纹表面平整，保证有高的平行度。这样，才能使纸浆纤维得到有效而均匀的处理。

因此，首先必须保证磨盘有较高的加工精度。但磨盘齿纹材质坚硬（灰口铸铁磨盘除外），不宜在普通车床上加工，而必须有加工磨盘的专用设备。

图 10-1-98 是加工磨盘表面的磨床；图 10-1-99 是加工扇形磨片拼边的磨床。它们的加工原理如下：

① 磨盘表面加工的原理（图 10-1-98）

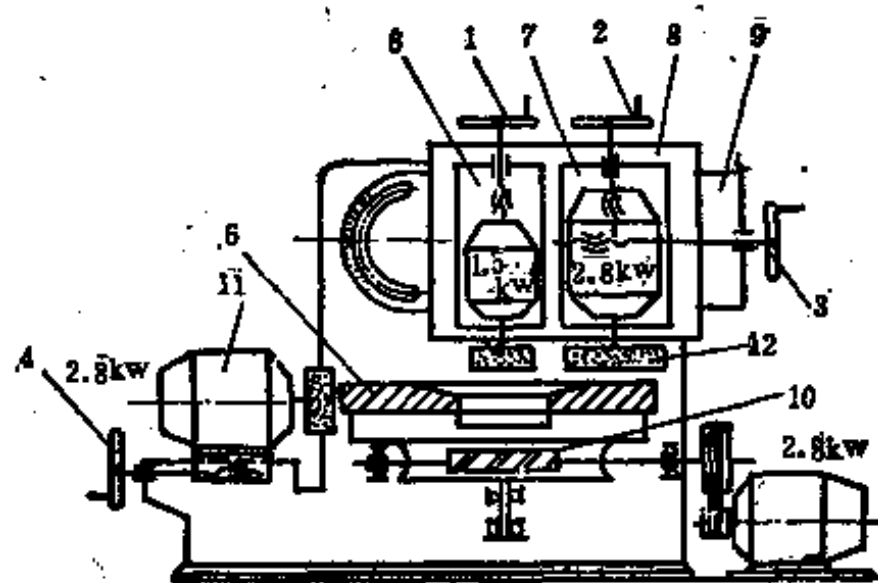


图 10-1-98 磨盘表面加工磨床示意图

1、2、3、4—操作手轮 5—被加工的磨盘 6—1.6kW 电动机的活动拖板
7—2.8kW 电动机的活动拖板 8—水平移动的拖板 9—拖板 10—蜗杆蜗
轮 11—加工磨盘圆周的砂轮电动机 12—砂轮

a. 转动手轮 1，电动机拖板 6 相对于拖板 8 作上下运动，加工磨盘的内圆；

b. 转动手轮 2，电动机拖板 7 相对于拖板 8 作上下运动，加工磨盘的齿纹平面；

c. 转动手轮 3，拖板 8 相对于拖板 9 作左右运动，拖板 9 可作摆角运动，加工磨盘的斜面；

d. 转动手轮 4，电动机 11 相对于工件（磨盘 5）作左右移动，加工磨盘的外圆；

e. 被加工的工件（磨盘 5）通过蜗杆蜗轮传动 10 作旋转运动，转速为 20r/min 。

② 扇形磨片拼边加工的原理（图 10-1-99）：当磨盘的直径较大，则可由若干扇形块拼合而成，如 $\phi 600$ 的磨盘可由 4 块拼成， $\phi 915$ 的磨盘由 6 块拼成， $\phi 1270$ 的磨盘由 24 块拼成等。这样的磨盘要先加工拼成磨盘各扇形块的拼边，然后才加工整体。

图 10-1-98 所示的扇形拼边加工简易磨床的加工原理是：

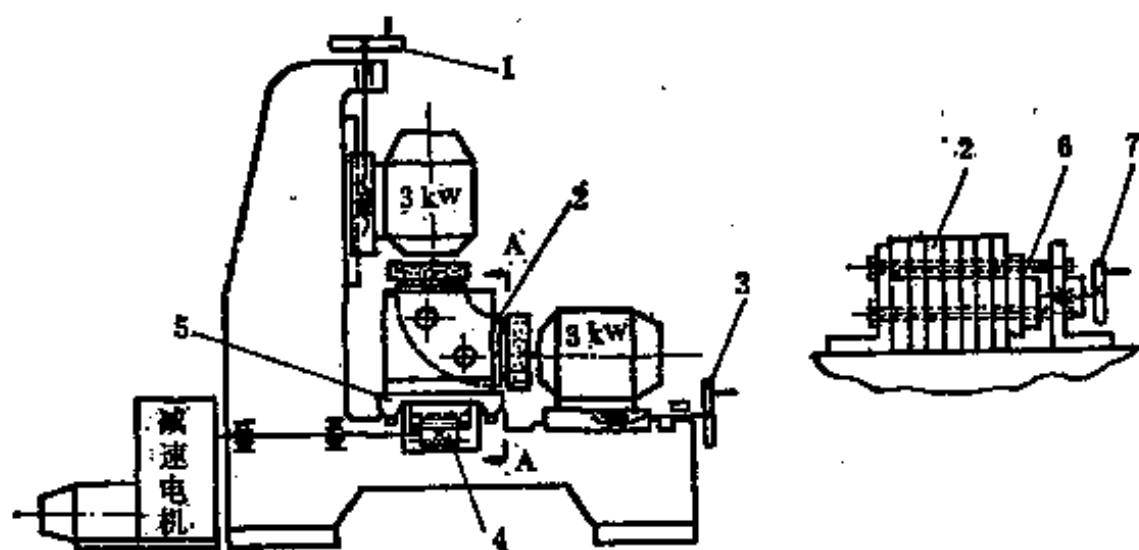


图 10-1-99 扇形磨片拼边加工磨床示意图

1、3、7—操作手轮 2—扇形磨片 4—齿轮齿条 5—拖板 6—螺栓

a. 转动手轮 1，则 3kW 的垂直电动机作上下运动，磨削水平拼边；

b. 转动手轮 3，则 3kW 的水平电动机作左右运动，磨削垂直拼边；

c. 装夹在拖板 5 上的磨片 2 的往返运动，由减速电动机带动齿轮齿条 4，使齿条作往返运动来实现的；

d. 利用扇形磨片上两个螺钉孔作定位孔，用两个螺栓 6 将若干扇形磨片穿搭在一起，然后转动手轮 7，带动压紧件将扇形磨片夹紧。

经过机械加工后的磨盘（整体磨盘或者由扇形块拼合的磨

盘),都必须进行静平衡校核,以保证磨盘转动平稳、动平行度较高。

5. 盘磨机的性能参数

(1) 磨盘的线速度

$$v = \frac{\pi D_1 n}{60 \times 1000}$$

式中 v ——转动磨盘的线速度 (m/s)

D_1 ——磨盘外圆直径 (mm)

n ——磨盘的转速 (r/min)

(2) 磨浆面积

$$F = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) C_r C_s$$

式中 F ——磨浆面积 (cm²)

D_1 ——磨盘外圆直径 (cm)

D_2 ——磨盘内圆直径 (cm)

C_r ——转盘平均接触率 (等于转盘上齿纹面积之和与转盘环形面积之比值,简称转盘接触率,一般 $C_r = 0.3 \sim 0.45$)

C_s ——定盘平均接触率 (等于定盘上齿纹面积之和与定盘环形面积之比值,简称定盘接触率) 一般 $C_s = 0.3 \sim 0.45$)

通常, $C_r = C_s = C$, 则

$$F = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) C^2$$

式中 C ——当转盘和定盘上磨纹分布和尺寸大小一样时,磨盘 (转盘或定盘) 的平均接触率,简称磨盘接触率;它的大小等于转盘 (或定盘) 上齿纹面积之和与转盘 (或定盘) 环形面积之比值,一般 $C = 0.3 \sim 0.45$ 。

〔计算举例〕

设盘磨机磨盘上分布有与磨盘中心线倾向为 18° 的长、中、短三种放射性齿纹，并分布有弧形封闭圈（弧形挡浆坝）。长齿纹的齿数 $Z_1=18$ ，齿纹宽度 $b_1=0.5\text{cm}$ ，齿纹长度 $l_1=14.4\text{cm}$ ；中齿纹的齿数 $Z_2=18$ ，齿纹宽度 $b_2=0.5\text{cm}$ ，齿纹长度 $l_2=10.2\text{cm}$ ；短齿纹的齿数 $Z_3=36$ ，齿纹宽度 $b_3=0.5\text{cm}$ ，齿纹长度 $l_3=8.4\text{cm}$ ；弧形封闭圈的条数 $Z_4=17$ ，封闭圈宽度 $b_4=0.5\text{cm}$ ，封闭圈的相当长度 $l_4=14\text{cm}$ 。磨盘外圆直径 $D_1=40\text{cm}$ ，内圆直径 $D_2=12\text{cm}$ 。转动磨盘与固定磨盘上齿纹分布和尺寸大小相同。则磨浆面积计算如下：

因构成磨区的两个磨盘（转盘和定盘）上齿纹分布和尺寸大小相同，所以磨浆面积

$$F = -\frac{\pi}{4}(D_1^2 - D_2^2)C^2$$

$$C = \frac{Z_1 b_1 l_1 + Z_2 b_2 l_2 + Z_3 b_3 l_3 + Z_4 b_4 l_4}{\frac{1}{4}\pi(D_1^2 - D_2^2)}$$

$$= \frac{18 \times 0.5 \times 14.4 + 18 \times 0.5 \times 10.2 + 36 \times 0.5 \times 8.4 + 17 \times 0.5 \times 14}{\frac{1}{4}3.14(40^2 - 12^2)}$$

$$= \frac{491.6}{1143} = 0.43$$

$$F = -\frac{3.14}{4}(40^2 - 12^2) \times 0.43^2 = 211(\text{cm}^2)$$

(3) 切断能力（切断速度）

$$v_s = \frac{n}{60} \sum l_i Z_i^2$$

式中 v_s ——切断能力（cm/s）

n ——磨盘转速 (r/mm)

l_i ——磨盘上某一种齿纹的长度 (cm)

Z_i ——磨盘某一种齿纹的齿数

(4) 磨浆比压

$$p = \frac{G_s}{F}$$

式中 p ——盘磨机磨浆比压 (Pa), 各种原料、品种的磨浆比压参照表 10-1-50。

表 10-1-50

纤维原料种类	纸 张 品 种	磨浆比压 (kgf/cm ²)
漂白亚硫酸盐木浆	卷烟纸、复写纸类薄纸	0.5~1
麻浆	薄纸	0.5~3
未漂亚硫酸盐木浆	100%化学浆制造的薄而紧度适中的文化用纸	1~3
漂白及半漂白亚硫酸盐木浆	防油纸	2~3
漂白亚硫酸盐木浆	0号及1号书写印刷纸、绘图纸、图画纸、地图纸等	2~4
未漂亚硫酸盐木浆	2号及3号书写纸、印刷纸、糊壁纸等	3~5
麻浆	公文纸	3~8
未漂硫酸盐木浆	蜡纸原纸类薄纸	4~6
未漂硫酸盐木浆	电气绝缘纸	4~8
未漂亚硫酸盐木浆	100%化学浆制造的定量大于80~100g/m ² 的 打孔卡片纸及笔记本纸、封面纸等	5~7
漂白亚硫酸盐木浆	吸水性纸	5~16
未漂亚硫酸盐木浆	牛皮袋纸及牛皮包装纸	8~10
棉浆	吸水性纸	10~12
未漂亚硫酸盐木浆	吸水性纸	10~15

注: 1kgf/cm² = 9.80665 × 10⁴Pa

G ——磨盘间浆层所承受的轴向压力 (N)

F ——磨浆面积 (m²)

6. 盘磨机的操作要素

影响盘磨机磨浆效能的因素有: 浆料性质、磨浆浓度、浆料

通过量、磨浆负荷（即磨浆间隙和磨浆比压的变化）、磨纹的布置及其形状尺寸、磨纹材质、磨盘直径、磨盘转速、磨浆温度和供浆方式等。它们直接影响了磨浆的产量、质量和能耗。但在一定的生产流程中，通常浆料性质、磨纹布置及其形状大小、磨纹材质、磨盘直径、磨盘转速、磨浆温度和供浆方式是一定的。这时操作上主要是控制磨浆浓度、浆料通过量和磨浆负荷这三个要素。在这三个因素中，通常是稳定磨浆浓度，基本稳定通过量（根据需要只作适度调整），而主要是控制磨浆负荷（即磨浆电流的大小）来保证磨浆的质量。而磨浆负荷的大小则由磨浆的间隙和比压的大小来调节的。

（1）磨浆浓度

盘磨机的磨浆浓度低，纤维易被切断；浓度高，有利于纤维的分丝、帚化，而切断作用减小。

对于低浓操作的盘磨机，能控制在4~5%这个较高的浓度下操作，较之2.5~3.5%的操作浓度来说，不但有利于提高产量，降低电耗，也有利于保证纤维的磨浆质量。尤其对于草类浆来说，为了使纤维在磨浆过程中减少切断，提高磨浆浓度更为重要。

（2）浆料通过量

在磨浆浓度和磨浆负荷（即磨浆电流）不变的条件下，磨浆时浆料通过量增加，浆流通过磨区的速度加快，即意味着每根纤维在磨区停留时间缩短，受磨浆作用的机会少，因而磨浆质量有所下降。

但为了保证打浆质量而降低通过量，则会相应增加单位电耗。因此在实际生产中，是在满足产量的情况下，以磨浆负荷（磨浆电流）的大小作为控制磨浆质量的主要依据，而以小范围内适度调节浆料通过量（即一定浓度下的流量，作为控制磨浆质量的辅助因素。这是较为合理和经济的。

（3）磨浆电流负荷

实际生产中，通常是以磨浆电流负荷的大小来反映浆料在磨区受处理的强烈程度的。电流负荷的大小间接反映出磨浆时磨盘间隙和磨浆比压的大小。电流高，表明磨浆的间隙小而比压大，纤维受到比较强烈的磨浆作用。

具有机械调节机构的盘磨机，操作人员可以通过手轮传动蜗杆蜗轮机构调节磨盘间隙的大小。当磨盘间隙调整到处于某一范围时，电流负荷的变化便灵敏地指示出磨浆强度的变化。具有油压调节机构的盘磨机，可以分别调节磨盘间隙和比压来控制电流负荷，达到灵敏地控制磨浆强度的目的。

7. 盘磨机的供浆方式

盘磨机的供浆方式最常用是泵送进料。因为泵送进料，管道封闭，进浆压力大，流量稳定，操作方便；与高位箱进浆比较，还有送浆浓度可以相对提高、卫生条件比较好等优点。因此，盘磨机一般采用泵送进浆，而很少采用高位槽进浆。

盘磨机进口供浆用的浆泵（适用泵送浓度高于5%的各种浆料）如表10-1-51所示。

表 10-1-51

型 号	ZBJ11	ZBJ11J	ZBJ12J	ZBJ13
送浆浓度(%)	<5	<5	<5	<6
流量(m ³ /h)	40	108	180	150
扬程(m)	24	20	22	20
进口直径(mm)	200	200	200	175
出口直径(mm)	100	100	150	150
装轴转速(r/min)	1450	1450	1460	1460
配用电动机型 号、功率(kW)	JO ₂ 61-4 13	JO ₃ -160S-4 15	JO ₂ -180L-4 30或 JO ₁ -72-4 30	JO ₁ 62-4 17
外形尺寸(长×宽×高, mm)	1485×790 ×846	1750×620 ×650	2000×760 ×720	1550×810 ×780
重量(kg)	750	850	1080	840

盘磨机进口供浆用的浆泵（适用泵送浓度4~7%的各种浆

表 10-1-52

型 号	JB17				JB18				JB19				ZB10											
送浆浓度(%)	4.1				5.9				7				4~6				5				4~6			
流量(m ³ /h)	108	277	156	263	153	216	139	200	174	358	324	612	324	576	324	576	198	224	414					
扬程(m)	29	27.8	27.8	26	23.4	22	23.4	22	14.5	11.3	33.5	23.6	32.5	23	31.6	22.5	21	17	12					
进口直径(mm)	φ255								φ300				φ330				φ200							
出口直径(mm)	φ150								φ200				φ200				φ300							
泵轴转速(r/min)	1,000								1,000				1,400				1,470							
配用电动机型号 功率(kW)	JO ₃ 82-6 40				JO ₁ 72-4 30				JO ₂ 92-4 75				JO ₁ 82-4 40											
外形尺寸(长×宽×高, mm)	2356×860×800				1020 ×750 ×750				1020 ×750 ×750				1020×750×750				1958×725 ×755							
重量(kg)	1,120				600				600				600				1,070							

料) 如表 10-1-52 所示。

8. 国外的盘磨机

随着高浓磨浆技术的发展, 要求盘磨机能适应多种需要。现在, 国外设计的盘磨机大多是设计成能承受比较大的磨浆压力和承受比较高的蒸汽压力的压力型盘磨机, 以适应不同情况下的操作——低浓打浆或高浓磨浆, 常压磨浆或带压磨浆, 粗浆打浆或木片磨浆, 粗浆打浆或细浆精整等。

因此, 现在国外的盘磨机结构上是比较灵活的。例如, 高浓操作的盘磨机只要把强制进料的螺旋卸去, 便可变成泵送进料的低浓盘磨机了; 压力排放高浓操作的盘磨机把放料口改在磨室下方就可在常压下进行高浓磨浆了。

国外盘磨机的部分类型规格及主要结构介绍如下。

(1) 瑞典德费布拉托盘磨机

瑞典德费布拉托 (Defibrator) 公司制造的单转盘盘磨机的型号规格如表 10-1-53 所列。

表 10-1-53

型 号	磨盘直径 (mm) (in)		最高转速(r/min)	最大电动机功率 (kW)
RG38	910	36	1500	1200
RG(P)42	1070	42	1500	2500
RL(P)50S	1270	50	1800	4500
RL(P)54S	1370	54	1800	6000
RL(P)58S	1470	58	1800	9000

图 10-1-99 为德费布拉托 36"盘磨机。

图 10-1-100 为德费布拉托 54~58"盘磨机。

(2) 芬兰依尔哈瓦拉盘磨机

芬兰依尔哈瓦拉 (Jylhävaara) 公司制造的单转盘盘磨机的型号规格如表 10-1-53 所列。

图 10-1-102 为依尔哈瓦拉盘磨机的机型结构。

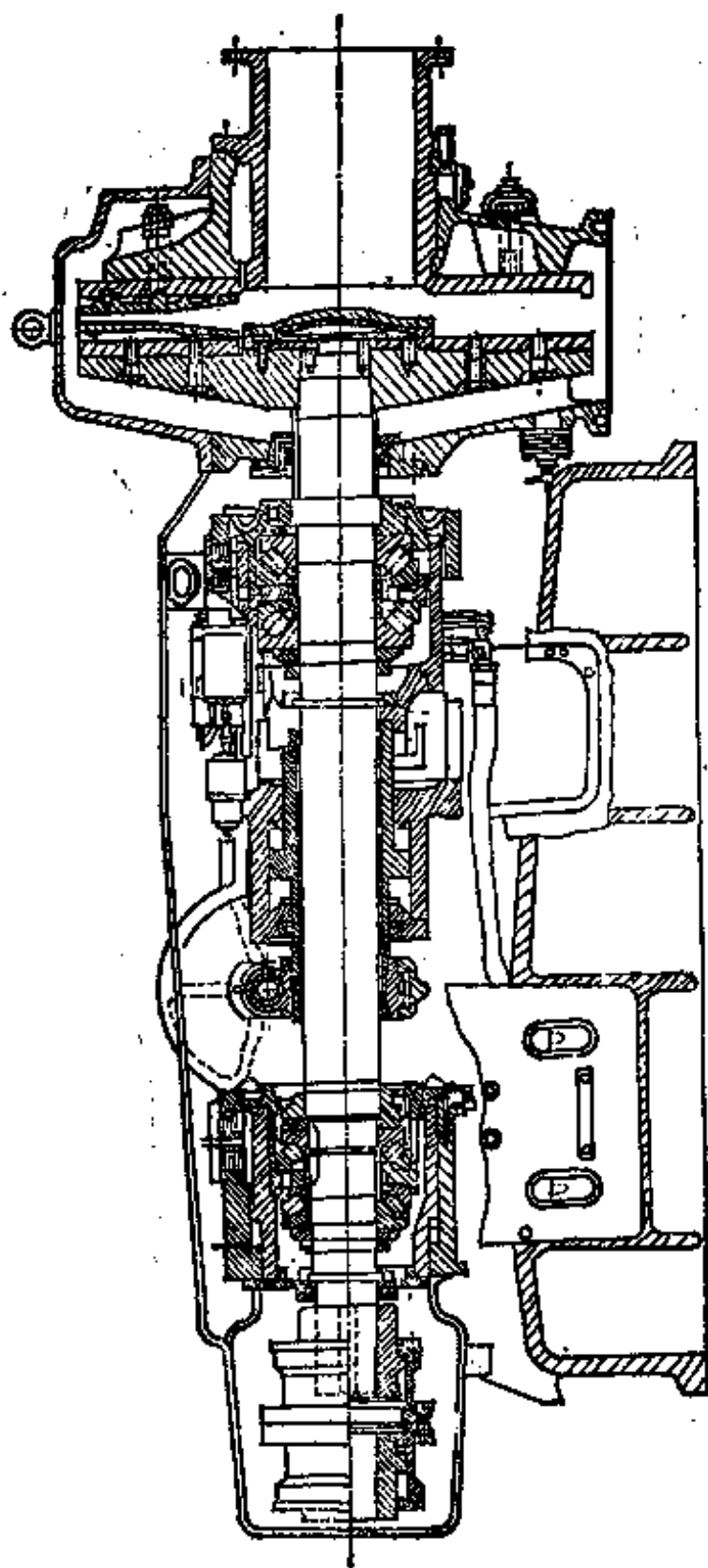


图 10-1-100 瑞典德费布拉托36"盘磨机

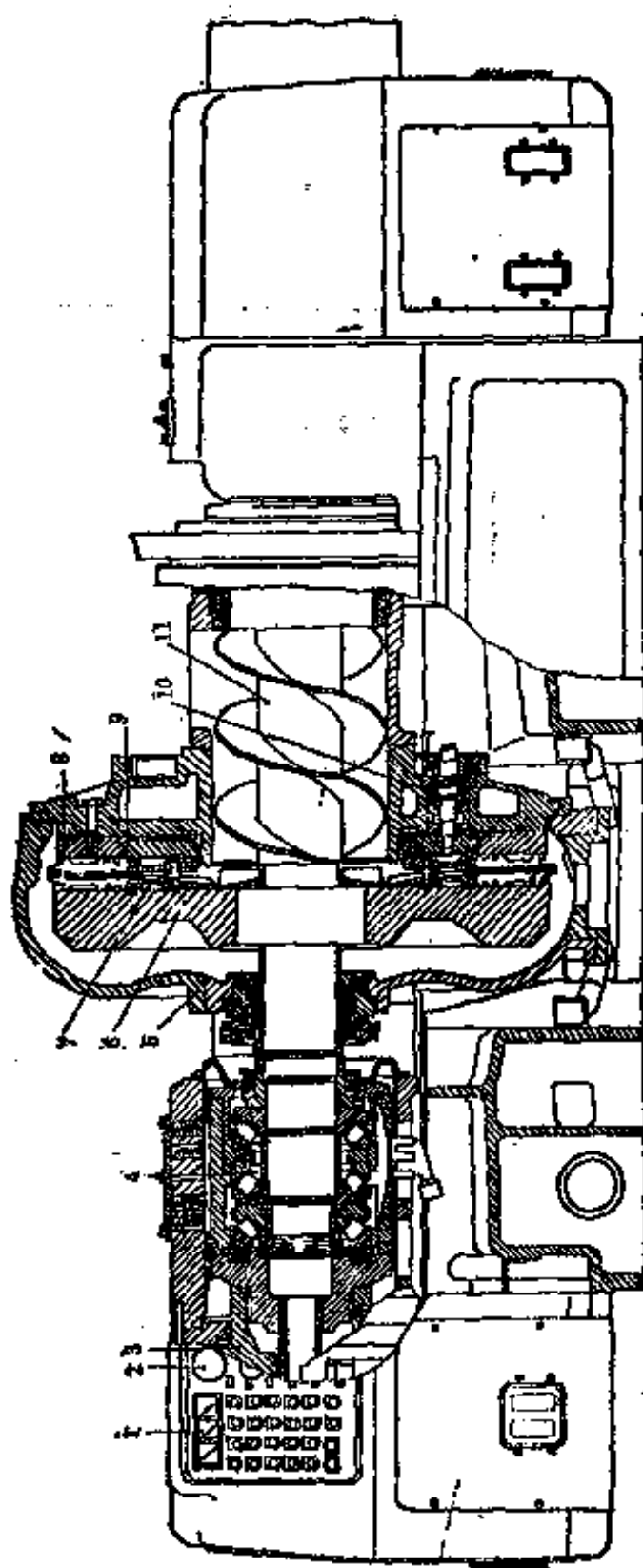


图 10-1-101 瑞典德费布拉托54~58"盘磨机

1—仪表屏(包括磨盘间隙指示器) 2—调节磨盘间隙的液压缸 3—SKF轴承(各有单独的润滑系统) 4—主轴
5—不锈钢壳体(所有与磨料接触的零件都用不锈钢) 6—转盘 7—磨片(两段磨区的磨片磨片的磨纹及材料均可
按需要更换) 8—磨盘间隙(有两段磨区的磨盘间隙可单独调整) 9—二段磨区润滑油和冷却水进口 10—第一磨
区的磨盘间隙控制点 11—喂料螺旋

表 10-1-54

型 号	磨盘直径 (mm) (in)		最高转速(r/min)	最大电动机功率 (kW)
SD42(-P)	1070	42	1200	2000
SD48(-P)	1220	48	1200	3000
SD50(-P)	1270	50	1800	4500
SD52(-P)	1320	52	1800	4800
SD54(-P)	1370	54	1800	6000

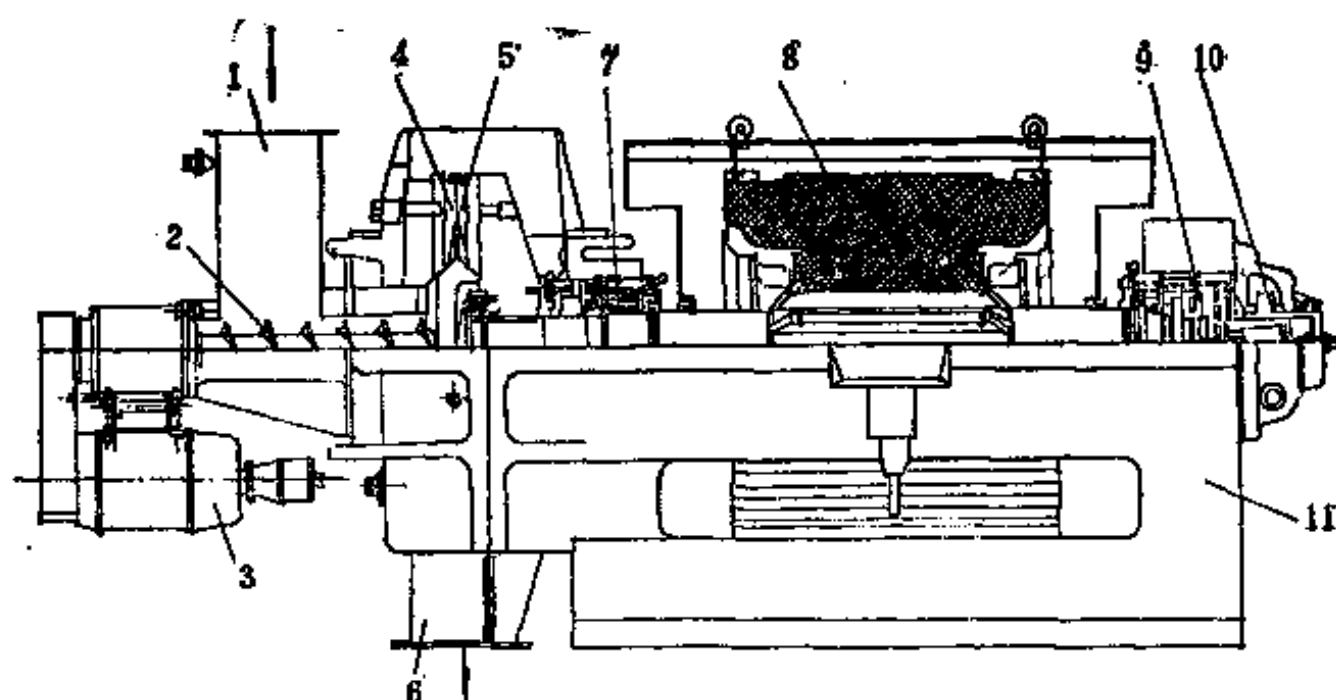


图 10-1-102 芬兰依尔哈瓦拉盘磨机

1—加料器 2—进料螺旋 3—进料螺旋电动机 4—固定磨盘 5—转动磨盘 6—排浆口 7—前轴承 8—主电动机 9—后轴承 10—间隙调节装置
11—机座

(3) 日本的日立造船-CE·鲍尔盘磨机

日本的日立造船和美国 CE·鲍尔协作公司制造的双转盘的盘磨机的型号规格如表 10-1-55所列。

图 10-1-103 为日立造船-CE·鲍尔盘磨机的机型结构。

型 号	磨盘直径 (mm) (in)		最高转速(r/min)	最大电动机功率 (kW)
418-PDDR	910	36	1500	2×750
420-PDDR	1016	40	1500	2×1325
483-PDDR	1320	52	1500	2×3750
420-DDR	1016	40	1500	2×1325
480-DDR	1220	48	1500	2×1500
489-DDR	1320	52	1500	2×3750

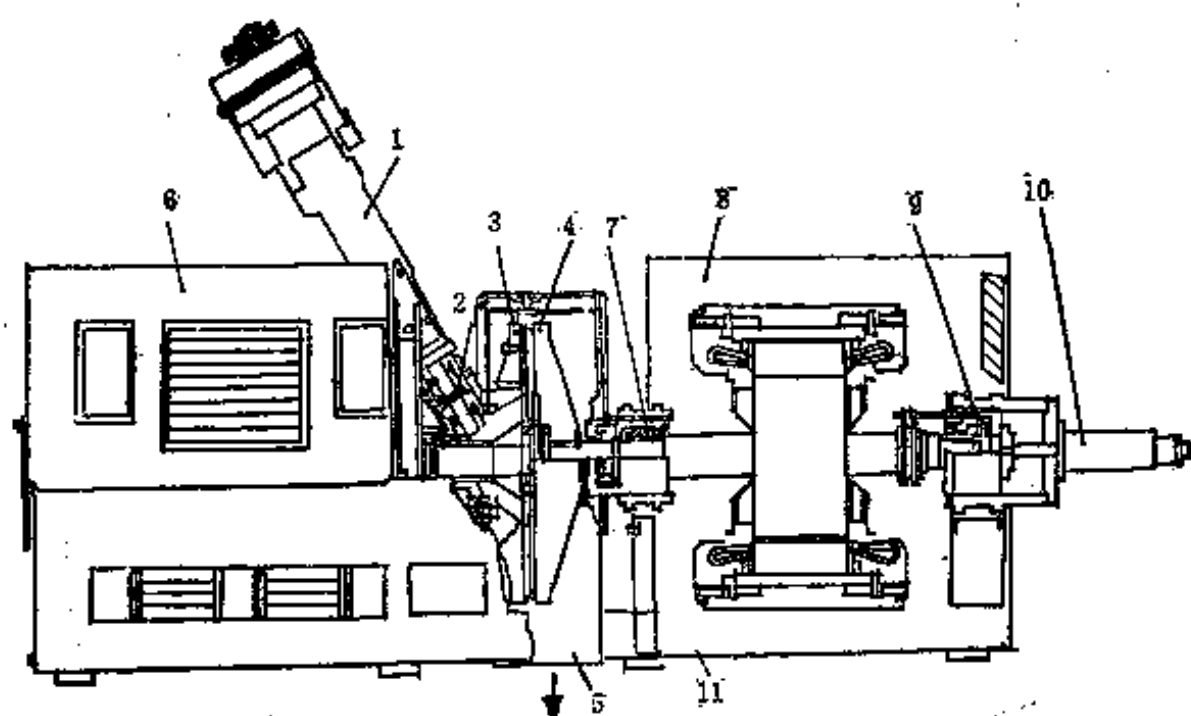


图 10-1-103 日立造船-CE·鲍尔盘磨机

- 1—进料螺旋 2—加料口 3—左转动磨盘 4—右转动磨盘 5—排浆口
 6—左转动磨盘电动机 7—前轴承 8—右转动磨盘电动机 9—后轴承
 10—油压式间隙调节装置 11—机座

(五) 高浓打浆(磨浆)设备

高浓打浆(磨浆)(一般是指15%或20%以上的打浆浓度)主要是依靠两个作相对运动的部件对纸浆纤维的剧烈挤压和摩擦来磨浆的新型打浆(磨浆)工艺。实现这种新工艺的主要设备是高

浓磨浆机(高浓打浆机)。

生产中使用的**高浓磨浆机**有两种类型：即**圆柱形高浓磨浆机**和**圆盘形高浓磨浆机**。它们均能在磨浆区实现高浓磨浆的工艺过程。其中，**圆盘形高浓磨浆机**的用途最为广泛，能对细浆进行高浓精浆，对粗浆进行高浓打浆，还可以用它来磨制化学机械浆和机械浆。而**圆柱形高浓磨浆机**主要是用于细浆、软浆的高浓打浆。

1. 圓柱形高濃磨漿機

(1) 圆柱形高浓磨浆机的工作原理

圆柱形高浓磨浆机的工作原理如图 10-1-104 所示。当水和纤

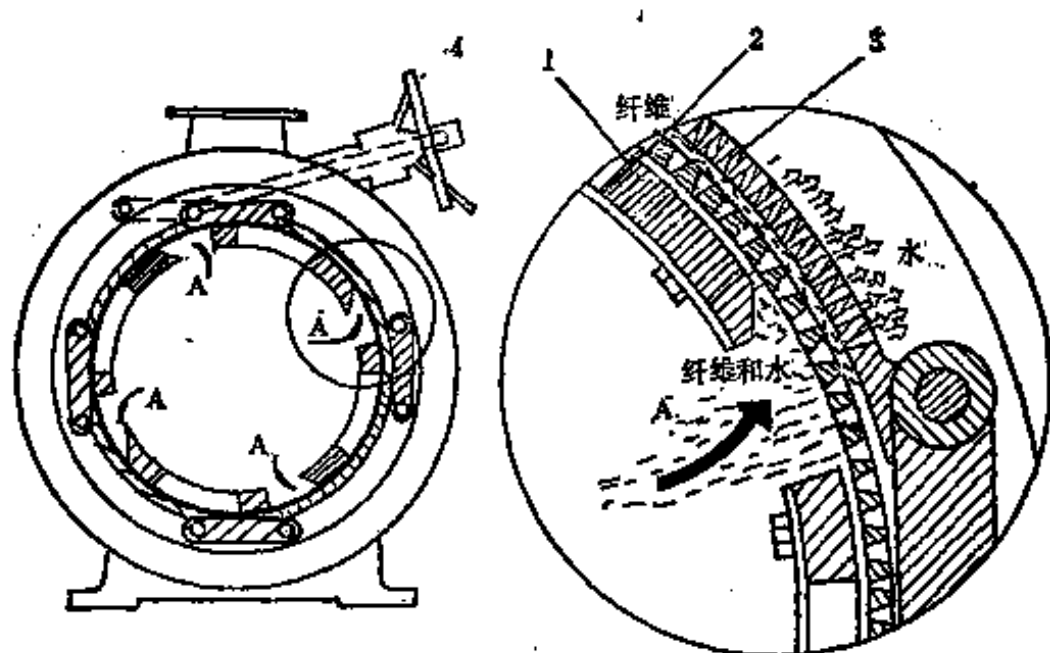


图 10-1-104 圆柱形高浓磨浆机工作原理示意图

1—分浆圆筒 2—转动磨环 3—可调的定子压板 4—调节手轮

纤维的悬浮液以 2~6% 的浓度进入分浆圆筒 1 的进浆口 A 的时候, 由于转动磨环 2 沿逆时针方向回转时, 纤维悬浮液以一定的压头 (由浆泵提供) 穿过转动磨环上的锥形孔而到达转动磨环上可调的定子压板 3 之间的圆弧形缝隙, 于是圆弧形缝隙中的浆料一边由定子压板的锥形孔脱水, 一边受到磨浆处理。这时磨浆过程是

在较高的浓度下进行（大量的水通过定子压板的锥形孔跑掉的缘故）。高浓磨浆所获得的合格纤维也随着沿定子压板圆锥孔流出的水一起排出。不合格的纤维则随着转动磨环 2 的回转离开了定子压板 3，回流到圆柱形高浓磨浆机的进浆口，按照上述的过程进一步受到磨浆处理。通过定子压板锥形孔出来的合格纤维与排出的水混合在一起，恢复了原来进浆时的低浓状态。

因此，圆柱形高浓磨浆机的磨浆操作是低浓进浆、高浓磨浆、低浓出浆的过程。磨浆区的浆料浓度一般可达到 20% 以上。

这样的磨浆原理，使得浆料既可以在高浓度下进行磨浆处理，但又不需要另外配套高浓进浆机构，设备流程简化，有利于现有低浓打浆系统的改造。

（2）圆柱形高浓磨浆机的类型、规格

圆柱形高浓磨浆机有机械调节的圆柱形高浓磨浆机和液压调节的圆柱形高浓磨浆机两大类型。

① 机械调节式圆柱形高浓磨浆机：机械调节式的圆柱形高浓磨浆机的磨浆间隙（定子压板与转动磨环之间的缝隙）的调节是通过手轮和螺杆螺母机构使定子压板沿转动磨环的直径方向作径向位移来实现的。这种调节机构适用于小型的圆柱形高浓磨浆机。图 10-1-104 所示的圆柱形高浓磨浆机的调节机构属于这一类。

我国研制的 ZDY11 型圆柱形高浓磨浆机属于机械式调节圆柱形高浓磨浆机，它的主要技术特征如表 10-1-56 所示。

② 液压调节式圆柱形高浓磨浆机：液压调节式圆柱形高浓磨浆机（图 10-1-105）的工作原理与机械调节式圆柱形高浓磨浆机相同，但它的磨浆间隙是通过与定子压板连接在一起的液压缸来调节的（图 10-1-106）。这种液压式调节机构操作起来方便、省力，并可在一定程度上实现定压打浆，从小型号到大型号的圆柱形高浓磨浆机都适用。

（3）国外圆柱形高浓磨浆机

表 10-1-56

项 目	技 术 特 征
生产能力	15t/d
进浆浓度	4~6%
磨浆浓度	~20%
出浆浓度	4~6%
进浆压力	137.2kPa(1.4kgf/cm ²)
出浆压力	约39.2kPa约(0.4kgf/cm ²)
磨浆能力	15,000kg·SR/h
进浆口直径	100mm
出浆口直径	100mm
转子尺寸	φ450×165mm
配用电动机	JR115-4, 135kW, 1485r/min
设备重量	850kg(不包括电动机)
外形尺寸(长×宽×高)	2355×1055×1000mm

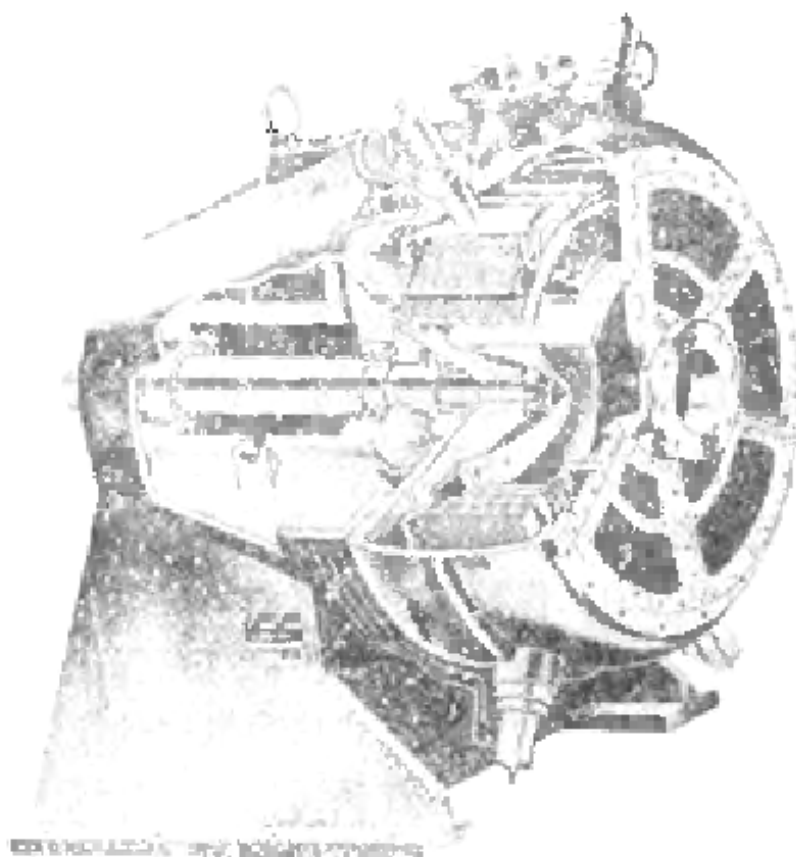


图 10-1-105 液压调节式圆柱形高浓磨浆机(瑞典产品)

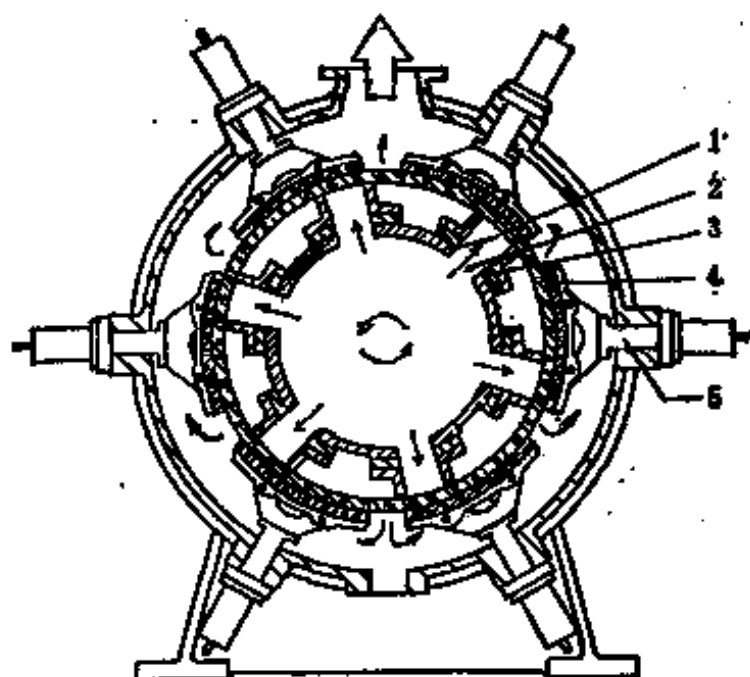


图 10-1-106 液压调节式圆柱形高浓磨浆机结构示意图

1—分浆圆筒 2—进浆口 3—转动磨环 4—可调的定子压板 5—液压缸

表 10-1-57

型 号	600	650	1000
生产能力(t/24h)	20~60	40~100	80~200
进浆浓度(%)	2.5~6	2.5~6	2.5~6
磨浆浓度(%)	8~35	8~35	8~35
出浆浓度(%)	2.5~6	2.5~6	2.5~6
进浆压力(kgf/cm ²) (MPa) (lb/in ²)	1.58~5.28 0.15~0.5 22.5~75	1.58~5.28 0.15~0.5 22.5~75	1.58~5.28 0.15~0.5 22.5~75
出浆压力(kgf/cm ²) (MPa) (lb/in ²)	0.317 0.03 4.6	0.317 0.03 4.5	0.317 0.03 4.5
转动磨环转速(r/min)	700	650	450
设备重量(kg)	1000	1500	4100
仪表箱重(kg)	—	100	100
电动机功率(kW)	100~200	150~400	300~700
调节机构型式	机械或电动—机械	液压	液压

① 表 10-1-57 为瑞典威尔克圆柱形高浓磨浆机 (Eur-Control Vargo Refiner) 的主要技术特征。

② 各种型号的威尔克圆柱形高浓磨浆机如图 10-1-107 至图 10-1-109 所示。

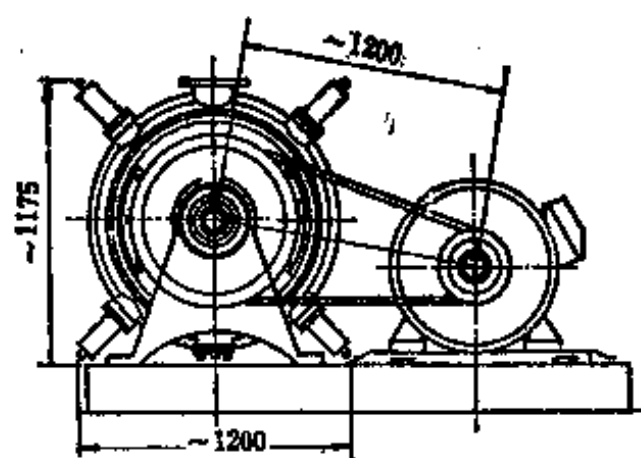


图 10-1-107 600型威尔克圆柱形高浓磨浆机外形图

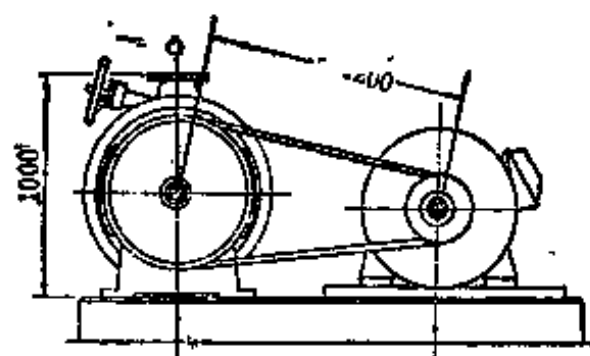


图 10-1-108 650型威尔克圆柱形高浓磨浆机外形图

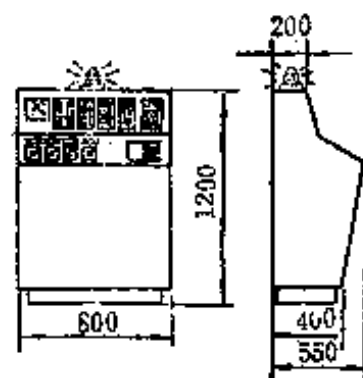
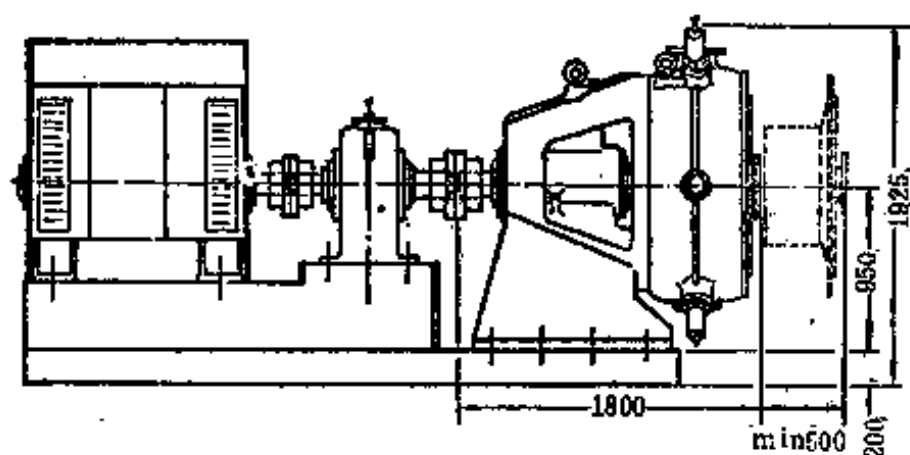
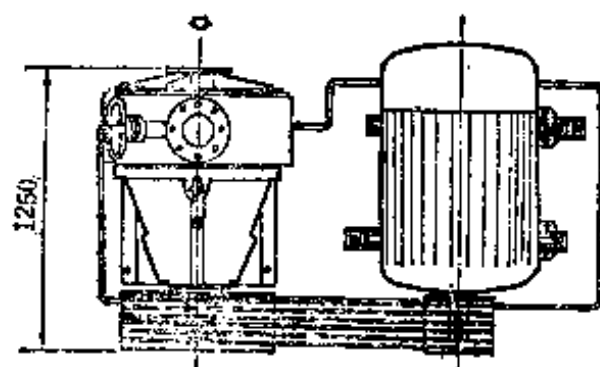
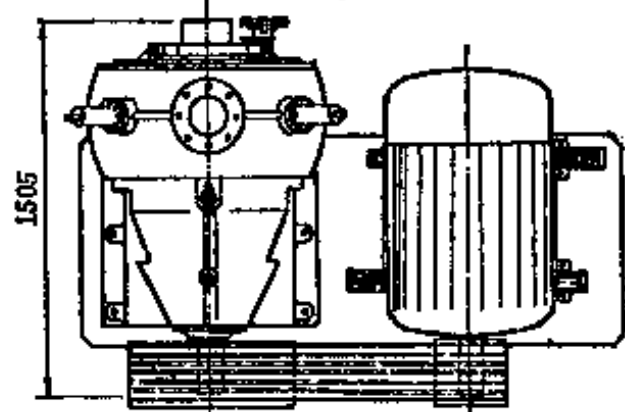


图 10-1-109 1000型威尔克圆柱形高浓磨浆机外形图

2 圆盘形高浓磨浆机。(高浓盘磨机)

(1) 圆盘形高浓磨浆机的用途和分类

圆盘形高浓盘磨机一般称为高浓盘磨机。高浓盘磨机的应用范围广泛，可用于化学浆 (CP)、半化学浆 (SCP)、化学机械浆 (CMP)、化学热磨机械浆 (CTMP) 和热磨机械浆 (TMP) 的流程中，作为高浓打浆设备或磨浆设备；也可以安放于造纸机之前作为纸料的高浓精整设备。

高浓盘磨机是由一般的盘磨机发展而来的，有卧式单盘磨机、卧式双盘磨机和立式盘磨机三种（如图 10-1-110 所示）。还有克密 (クシ) 偏心盘磨机，也属于圆盘形高浓盘磨机这一类型。其中，卧式的高浓盘磨机用得最为广泛。

表 10-1-53、表 10-1-54 和表 10-1-55 中所列的部分国外的盘磨机，它们均可在高浓度下操作。

(2) 圆盘形高浓磨浆机的结构要点

① 高浓盘磨机与通常的盘磨机比较，整体结构强固，刚性大。

高浓磨浆时轴向压力很大，几吨到几十吨。在这样大的轴向力作用下，要保持磨盘之间良好的平行度，机台结构必须有足够的刚度。因此，必须把盘磨机的机座做成整体的箱式机座（或裙式机座），然后把主轴的轴承滑座直接固定在箱式机座上，磨室壳体也直接支承和固紧在箱式机座上。这样，机座、轴承滑座和磨室壳体便成为一个整体，并通过箱式机座安装在底板上或者把箱式机座直接安装在基础上。

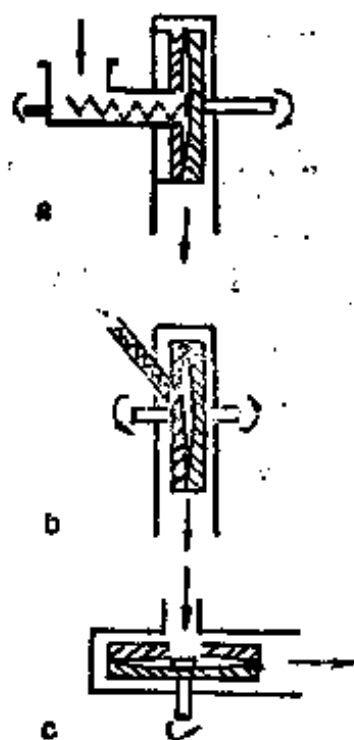


图 10-1-110 高浓盘磨机的类型

a—卧式单盘磨机 b—卧式双盘磨机 c—立式盘磨机

磨室壳体必须有足够的厚度和加强筋，以保证磨浆机在加压操作时形体稳定而不致变形。

② 要求盘磨机主体结构匀称、热影响小。

高浓盘磨机磨浆时产生大量的热，迅速传递到磨室壳体和机座上。为了尽量避免由于壳体和机座受热变形而影响磨盘的平行度，壳体和机座的几何形状必须力求对称。对于大型的高浓盘磨机，机座可通过恒温装置而保持一定的温度。

③ 高浓盘磨机必须配备有良好的加料器和喂料螺旋。

高浓浆料的流动性很差，而连续、均匀和定量的加料和喂料是高浓磨浆的前提，才能保证磨浆负荷稳定，最后达到稳定产量和质量的目的，因此在从浓缩设备来的高浓浆料先进入加料器，在此贮存、缓冲，并连续、均匀和定量地推送到盘磨机喂料螺旋的进口；然后由喂料螺旋连续、均匀和定量地把高浓浆料推向磨区。

在结构上容许的情况下，喂料螺旋的直径尽可能大些，以利高浓浆料一经到达磨区，便获得较高的离心加速度，顺利地导入磨区。

④ 要有起良好甩浆作用的转盘轴头锁紧螺母。

用来固定转动磨盘的底盘（或称托盘）通常与主轴一端以一定的锥度配合，然后用一个螺母锁紧。这个螺母称为转盘轴头锁紧螺母。它一方面是用来把转盘与主轴紧固，另一方面是协助喂料螺旋把高浓浆料连续而均匀地送入磨区。因此这个锁紧螺母的四周设有与浆泵的泵翼相似的甩浆翼片，才能有效地把浆料甩入两个磨盘之间的有限空间。但翼片不宜过多，否则起封浆作用，达不到送浆的目的。

⑤ 磨盘的齿纹面之间应有较大的配合锥度。

高浓磨浆的两个磨盘，齿纹面相对配合而构成磨区。为了使高浓浆料从磨盘内区（中心区）向磨盘的中间区和外区顺利通过，以形成连续的磨浆过程，齿纹面之间必须有足够大的配合锥度。

由于高浓浆料的流动性比低浓浆料差得多，因此高浓磨盘的配合锥度往往比低浓磨盘的配合锥度要大很多，才不会产生堵塞现象。

由于通过磨区的浆料的性质和状态不同，这个锥度值也不相同。相应的合适锥度值需通过试验来确定。

⑥ 高浓磨盘的磨纹除了有良好的材质之外，并且可以分区布置，单独更换。

高浓磨浆的磨盘国外大多采用 Ni-Cr 合金钢磨盘。另外，有的国家还在研究陶瓷、塑料等非金属磨盘的生产应用。

由于磨盘齿纹面的内区、中间区和外区的线速度不同，因此磨损量也不相同。高浓磨浆时，它们之间磨损量的差异更为明显。

例如，金属磨纹内区和中间区的磨损量往往只是外区的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 。

因此，磨片中各个区域可以根据工艺要求布置不同的磨纹，并且可以单独更换，从而提高磨盘使用的经济性。

⑦ 高浓磨浆磨室的排料口需通畅无阻。

低浓操作的盘磨机，浆料流动性较好，浆料出口有一定的压头，因而排料一般不成问题。而高浓操作的盘磨机，由于浆料流动性差，浆料难以排放。热磨时，浆料靠蒸汽压力排放；非压力排放的则必须在磨室下方设有足够大的排放口；对于小型的非压力排放的高浓盘磨机则可以在磨室下方设全开式的垂直排放口。排放口与磨室弧形连接的地方必须圆滑过渡，以避免任何阻浆现象的发生，保证浆料排出畅通无阻。

3. 高浓浆料的输送设备——高浓浆泵

高浓打浆(磨浆)流程中，以下所列的一些国产的高浓浆泵可供选用：

(1) ZBG11(12,3) $\phi 200(\phi 300, \phi 400)$ 高浓浆泵

① ZBG11(12,3) $\phi 200(\phi 300, \phi 400)$ 高浓浆泵的主要技术参数如表 10-1-58 所示。

② ZBG11(12,3) $\phi 200(\phi 300, \phi 400)$ 高浓浆泵的外形及基础

表 10-1-58 ZBG11(12,3) ϕ 200(ϕ 300, ϕ 400)高浓浆

泵主要技术参数等

型 号	ZBG11	ZBG12	ZBG3
出口尺寸(mm)	ϕ 200	ϕ 300	ϕ 400
进口尺寸(mm)	ϕ 250	ϕ 350	ϕ 400
出口压力 额定(kgf/cm ²)	3	3	4
最大(kgf/cm ²)	4	4	5
输浆浓度额定(%)	8~11	9~11	9~11
一般(%)	7~15	7~15	7~15
输浆能力 额定(t/d)	30~50	90~125	150~200
泵轴转数 (r/min)	140	115	115
电动机 型号、功率	JO ₂ -61-4 13kW JO ₂ -22-4 1.5kW	JO ₂ -72-4 30kW JO ₂ -32-4 3kW	JO ₂ -91-4 55kW JO ₂ -42-4 5.5kW
减速机型号	JZQ-350-V-1Z	JZQ-400-V-12	JZQ-500-V-1Z
外形尺寸(长×宽×高, mm)	1070×1190×700	—	1805×1708×900
设备重量(kg)	2,000	2,800	3,500

尺寸如表 10-1-59 所示。

⑤ ZBG11(12,3) ϕ 200(ϕ 300, ϕ 400)高浓浆泵的外形尺寸图如图 10-1-111 所示。

④ ZBG11(12,3) ϕ 200(ϕ 300, ϕ 400)高浓浆泵的基础尺寸图如图 10-1-112 所示。

(2) ZBG4 ϕ 200 高浓浆泵

① ZBG4 ϕ 200 高浓浆泵的主要技术参数如表 10-1-60 所示。

② ZBG4 ϕ 200 高浓浆泵的外形尺寸图如图 10-1-113 所示。

③ ZBG4 ϕ 200 高浓浆泵的基础尺寸图如图 10-1-114 所示。

(3) ZBG7 ϕ 250 高浓浆泵

① ZBG7 ϕ 250 高浓浆泵的主要技术参数如表 10-1-61 所示。

② ZBG7 ϕ 250 高浓浆泵的外形尺寸图如图 10-1-115 所示。

表 10-1-59

型号 代号	ZBG11	ZBG12	ZBG3	型号 代号	ZBG11	ZBG12	ZBG3
H	300	400	500	h ₀	290	—	625
R	420	500	625	G	1050	—	1430
S	150	200	250	j	400	—	620
A	190	250	272	m	250	—	420
B	500	550	700	n	325	—	515
E	500	600	750	B ₁	950	—	1150
C	410	600	588	B ₂	500	—	650
L ₁	1190	1500	1768	A ₁	400	—	700
L ₂	1070	1440	1805	A ₂	255	—	310
D	φ210	—	φ325	G ₁	850	—	1050
D ₁	φ330	φ440	φ515	G ₂	500	—	650
D ₂	φ280	φ395	φ515	n ₁	200	—	240
n ₁ -φ ₁	12-φ18	12-φ12	16-φ17	n ₂	—	—	430
n ₂ -φ ₂	8-φ18	12-φ12	16-φ17	P	400	—	600
h ₁	90	—	136	f	400	—	500
h ₂	400	—	600	t	250	—	350
h ₃	—	—	410	k ₁	1043	—	1445
h ₄	300	—	380	k ₂	675	—	850
h ₅	100	—	300	y	125	—	200

表 10-1-60

出口尺寸(mm)	φ 00
进口尺寸(mm)	175×360
出口压力(kPa)	额定294(3kgf/cm ²), 最大784(8kgf/cm ²)
输浆浓度(%)	额定9~11, 一般7~16
输浆能力(t绝干浆/d)	额定30~50t
泵轴转数(r/min)	350
电动机型号、功率(kW)	JO ₂ -62-6, 13
外形尺寸(mm)	1350×1550×615(长×宽×高)
设备重量(kg)	860

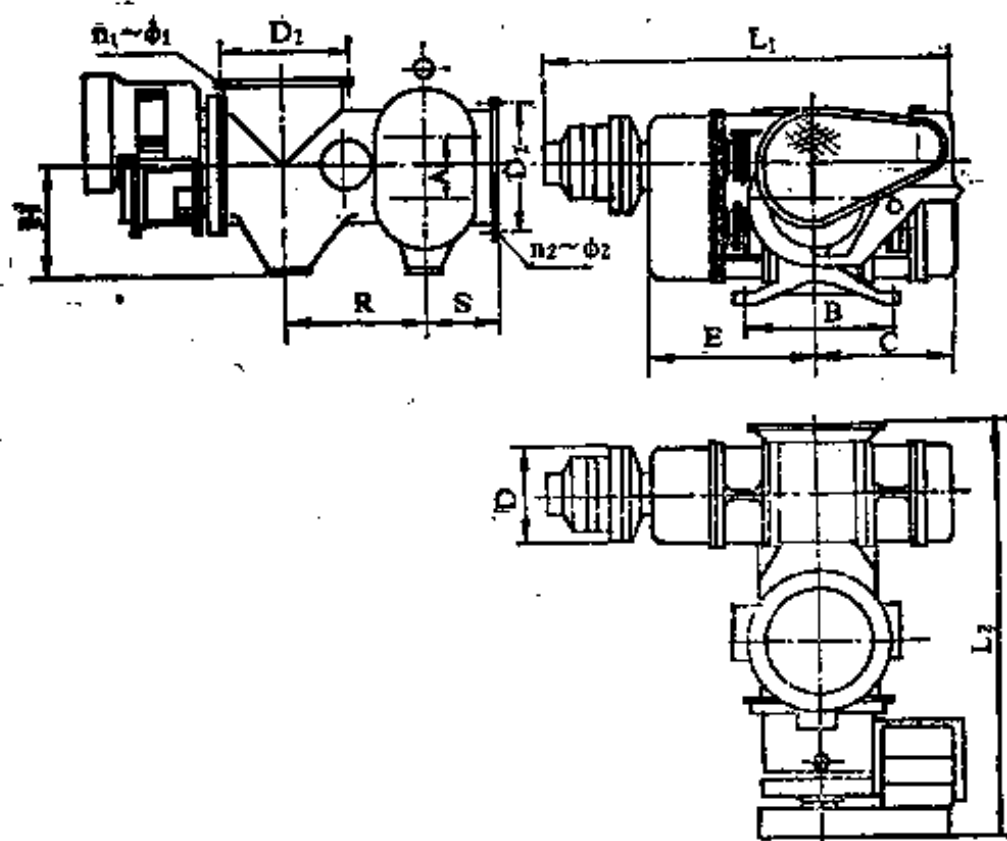


图 10-1-111 ZBG11(12,3)φ200(φ300, φ400)高浓
浆泵外形尺寸图

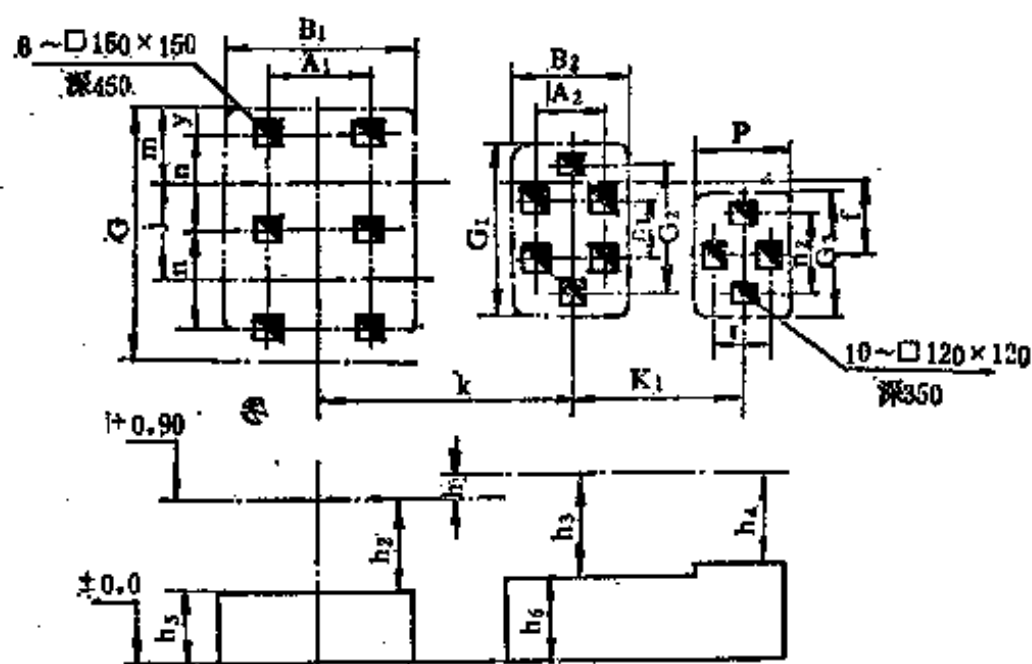


图 10-1-112 ZBG11(12,3)φ200(φ300, φ400)高浓浆泵
基础尺寸图

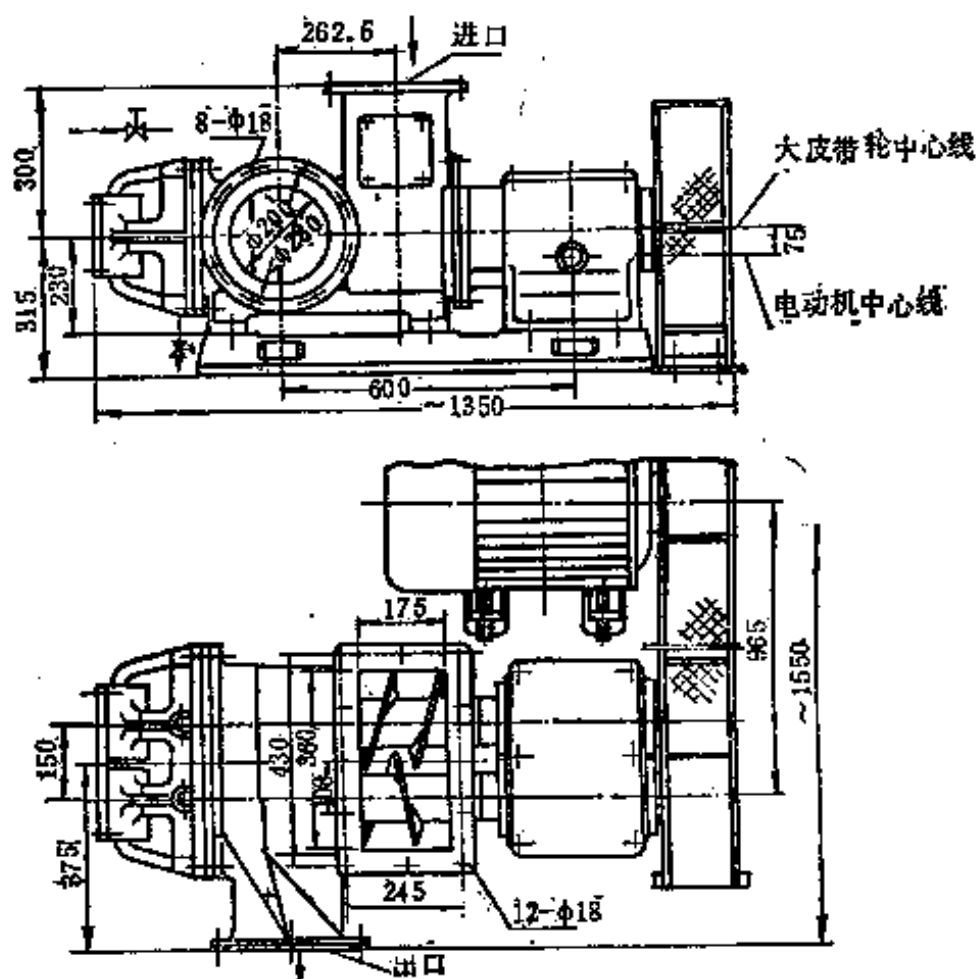


图 10-1-113 ZBG4 $\phi 200$ 高浓浆泵外形尺寸图

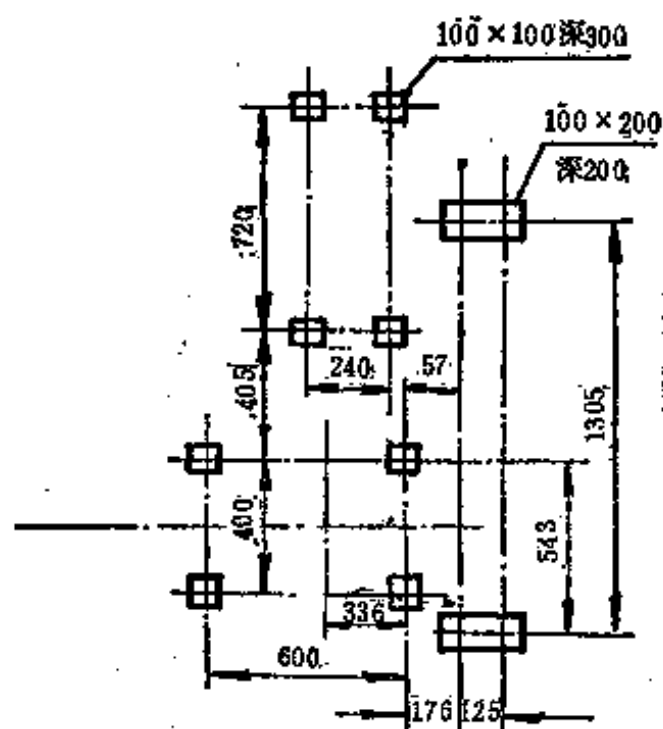
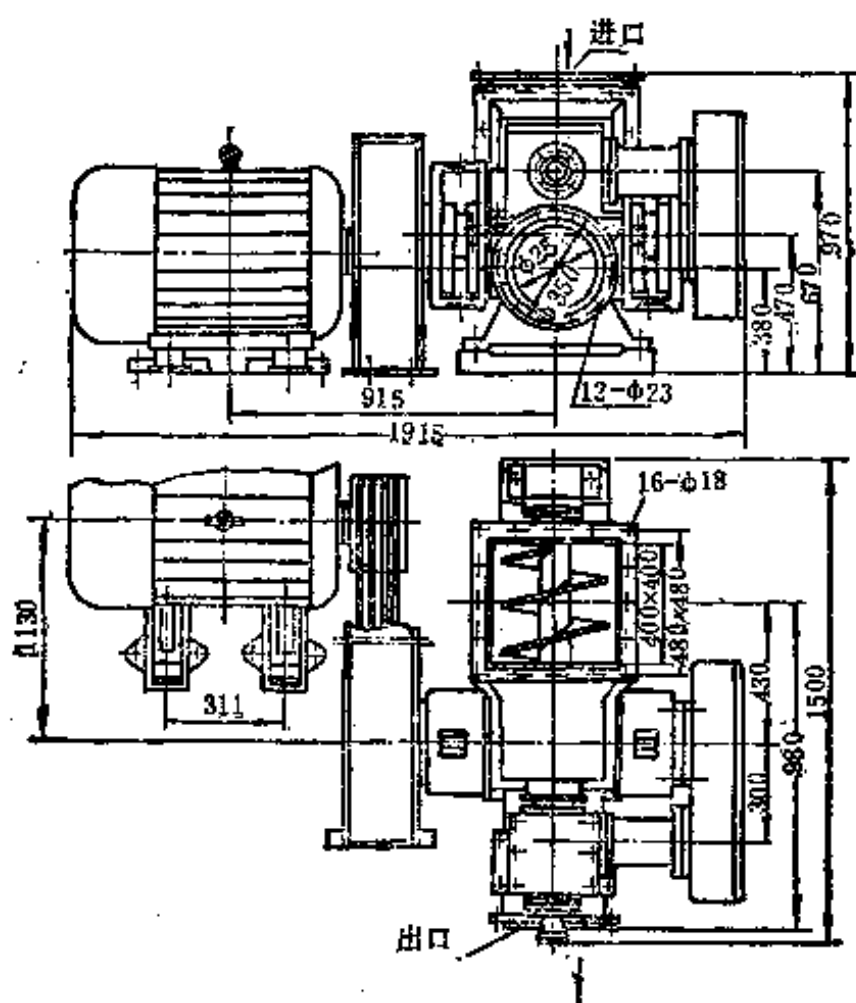


图 10-1-114 ZBG4 $\phi 200$ 高浓浆泵基础尺寸图

表 10-1-61

出口尺寸(mm)	$\phi 250$ (毫米)
进口尺寸(mm)	400×400
出口压力(kPa)	额定392(4k, 最大10)
输浆浓度(%)	额定9~11; 一般7~25
输浆能力(t绝干浆/d)	额定90~125
泵轴转速(r/min)	350
电动机型号、功率(kW)	JO ₂ -81-B 30
外形尺寸(mm)	2250×1915×970(长×宽×高)
设备重量(kg)	1,725

图 10-1-115 ZBG7 $\phi 250$ 高浓浆泵外形尺寸图

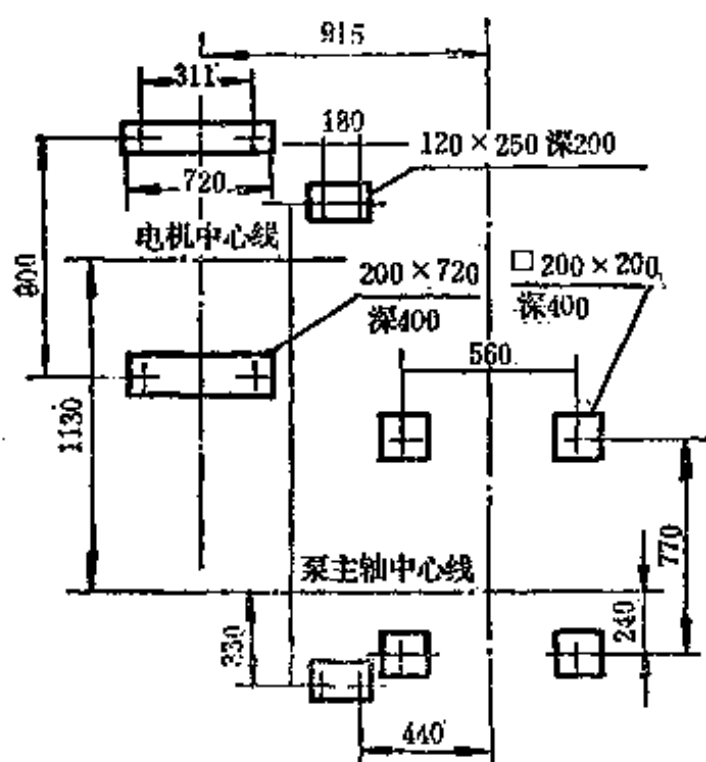


图 10-1-116 ZBG7 $\phi 250$ 高浓浆泵基础尺寸图

③ ZBG7 $\phi 250$ 高浓浆泵的基础尺寸图如图10-1-116所示。

(六) 打浆辅助设备——碎解设备

起碎解作用的打浆辅助设备有水力碎浆机和高频疏解机等。

1. 水力碎浆机

(1) 水力碎浆机的用途和类型

① 水力碎浆机的用途：它用于浆板、损纸、纸边和商品废纸等的碎解。

② 水力碎浆机的类型：水力碎浆机分为立式水力碎浆机和卧式水力碎浆机两大类。另外，还有高低速水力碎浆机、多转盘水力碎浆机和带磨盘的水力碎浆机等种类。

我国通用的立式水力碎浆机有 ZDS1、ZDS2、ZDS3、ZDS4、ZDS5 和 ZDS6 六个型号。

我国通用的卧式水力碎浆机有 ZDS 11、ZDS 12 和 ZDS 13、三个型号。

(2) 立式水力碎浆机

① 立式水力碎浆机主要技术特征：我国通用的立式水力碎浆机 (ZDS1~ZDS3) 的主要技术特征如表 10-1-62 所示。

表 10-1-62

型 号	ZDS1	ZDS2	ZDS3
生产能力(t/d)	—	—	—
槽体容积(m³)	1	2	5
槽体尺寸(mm)	φ1200×1000	φ1800×1240	φ2500×1700
叶轮直径(mm)	φ440	φ550	φ800
转速(r/min)	600	520	400
出浆管直径(mm)	φ100	φ150	φ200
浆料浓度(%)	2(连续式) 2.5~5(间歇式)	2(连续式) 2~5(间歇式)	2(连续式) 2~5(间歇式)
外形尺寸(n.m) 长×宽×高	2890×2200×2920 (连续式) 1637×1224×2950 (间歇式)	4500×2000×2800 (连续式) 3250×2100×2800 (间歇式)	4000×2900×3500 (连续式)
设备重量(t)	2.00(连续式) 1.00(间歇式)	3.50(连续式) 4.30(间歇式)	4.50(连续式) 4.50(间歇式)
配用电动机型号	JO ₂ 180M-4(O ₂ /T ₂)	JO ₂ 225M-6/L	JO ₂ 250M-6/L ₃
功率(kW)	22	45	55

我国通用的立式水力碎浆机 (ZDS4~ZDS6) 的主要技术特征如表 10-1-63 所示。

② 立式水力碎浆机图例：立式水力碎浆机的图例如图 10-1-117 至图 10-1-119 所示。

(3) 卧式水力碎浆机

我国通用的卧式水力碎浆机的主要技术特征如表 10-1-64 所示。

卧式水力碎浆机图例如图 10-1-120 至图 10-1-122 所示。

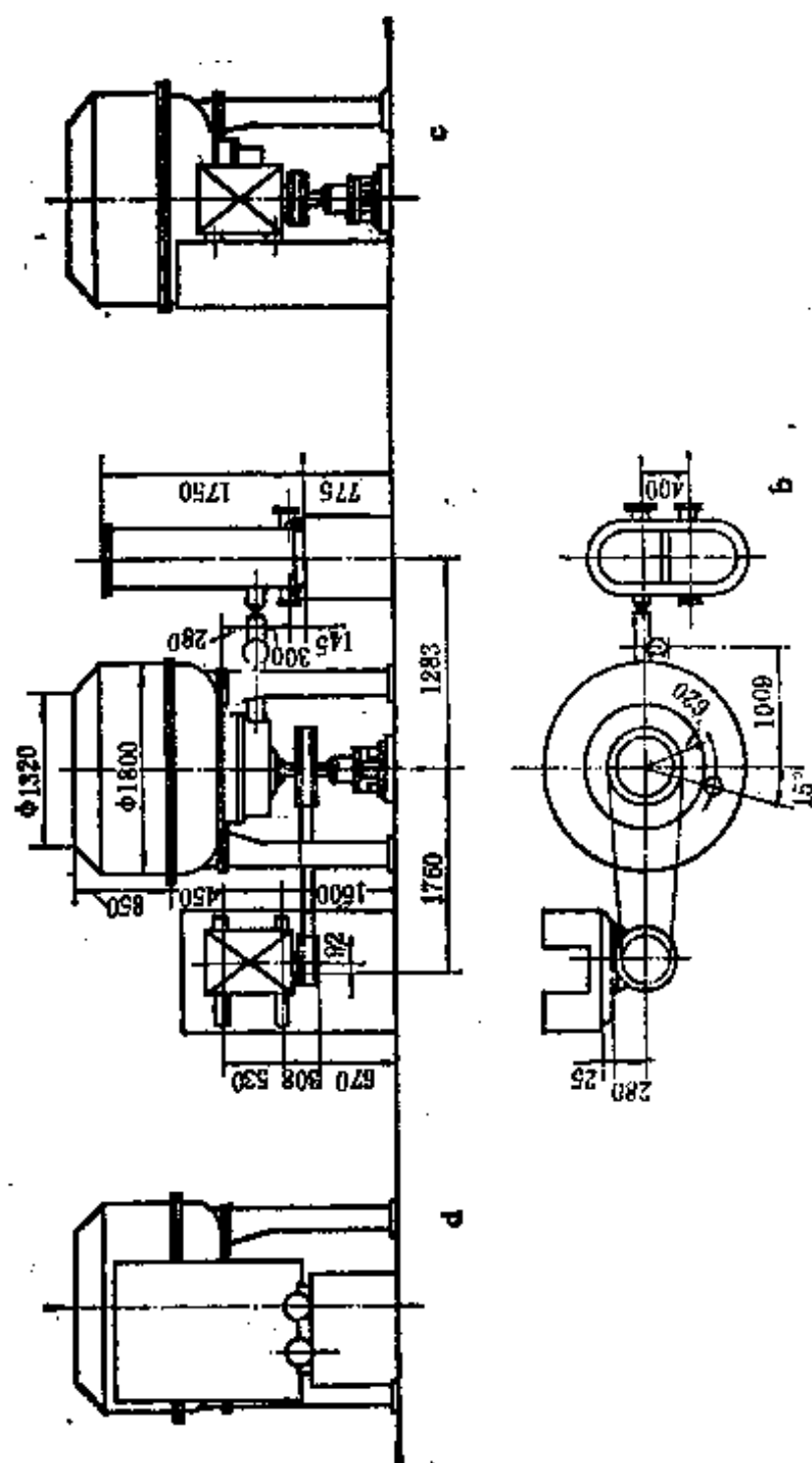
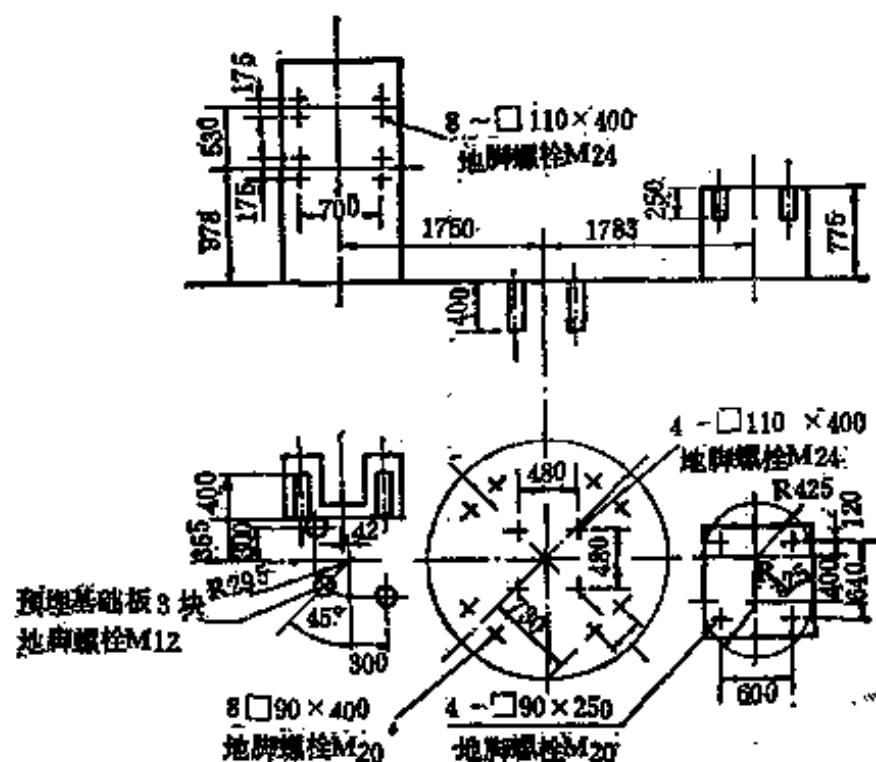


图 10-1-117 $\phi 1800$ $2m^3$ 立式水力碎浆机(铁槽)外形尺寸图
a—主视图 b—左视图 c—右视图 d—右视图

表 10-1-63

型 号	ZDS4	ZDS5	2D56
用途	用于损纸及纸边的碎解(配纸机专用)	用于损纸及纸边的碎解(配纸机专用)	用于损纸及纸边的碎解(配纸机专用)
槽体容积(m ³)	5	10	20
槽体内径(mm)	2200	3000	3500
叶轮直径(mm)	φ600	φ800	φ1000
转速(r/min)	580/1112	435/1100	343/1078
出浆口直径(mm)	φ150	φ200	φ250
排杂口直径(mm)	φ150	φ200	φ250
冲洗排水口直径(mm)	φ80	φ80	φ80
设备重量(t)			
I型(钢槽)	3.10	5.10	8.08
II型(水泥槽、不包括水泥部分)	2.25	2.60	4.78
配用电动机型号	JO ₂ 91-4	JO ₂ 280M/D ₂	IS-128-6
功率(kW)	55	90	150
配用纸机规模	30t/d纸机	50t/d纸机	100t/d纸机

图 10-1-118 φ1800 2m³立式水力碎浆机安装基础图

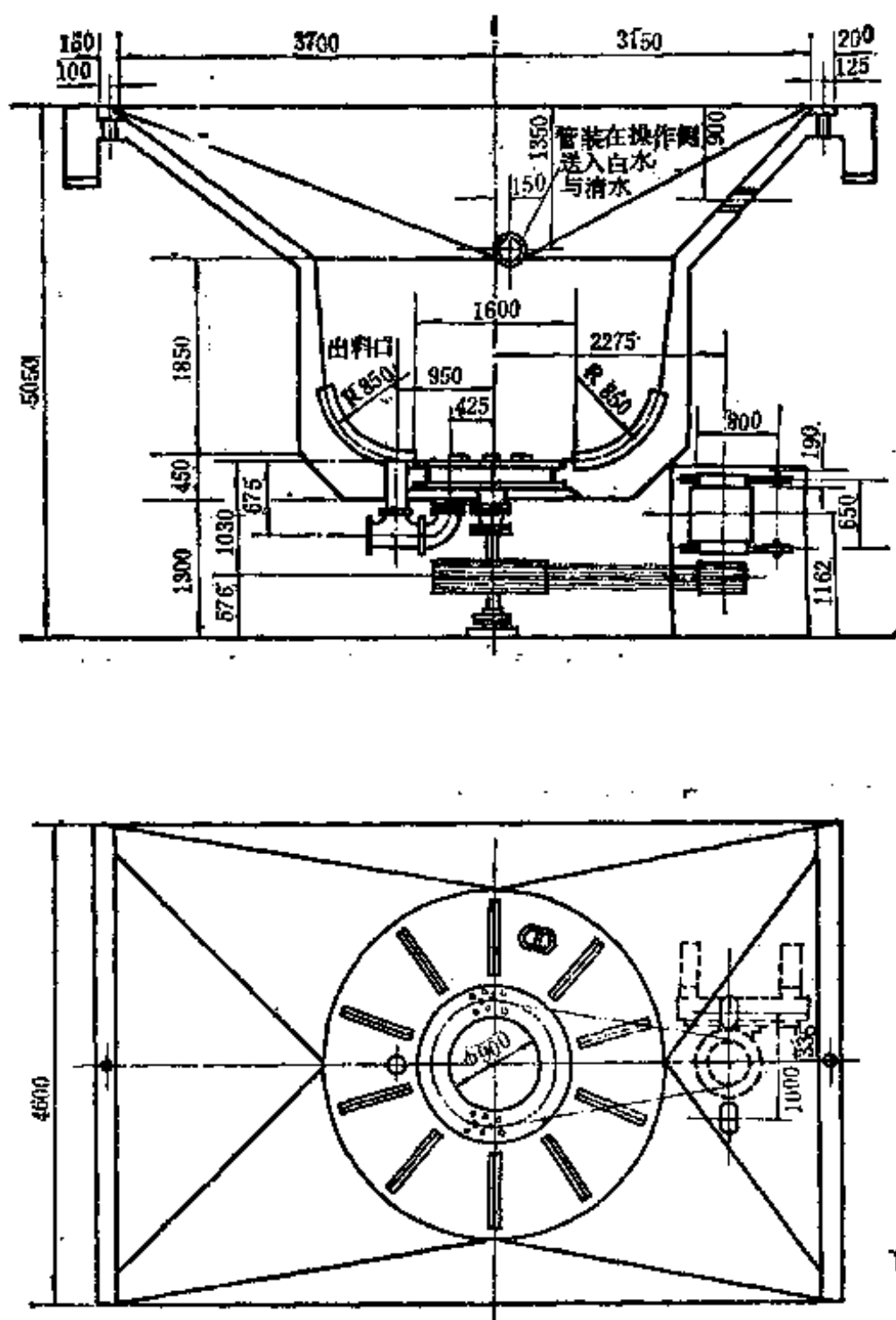


图 10-1-119 $\phi 3500$ 20m³立式水力碎浆机安装尺寸图

a—主视图

b—俯视图

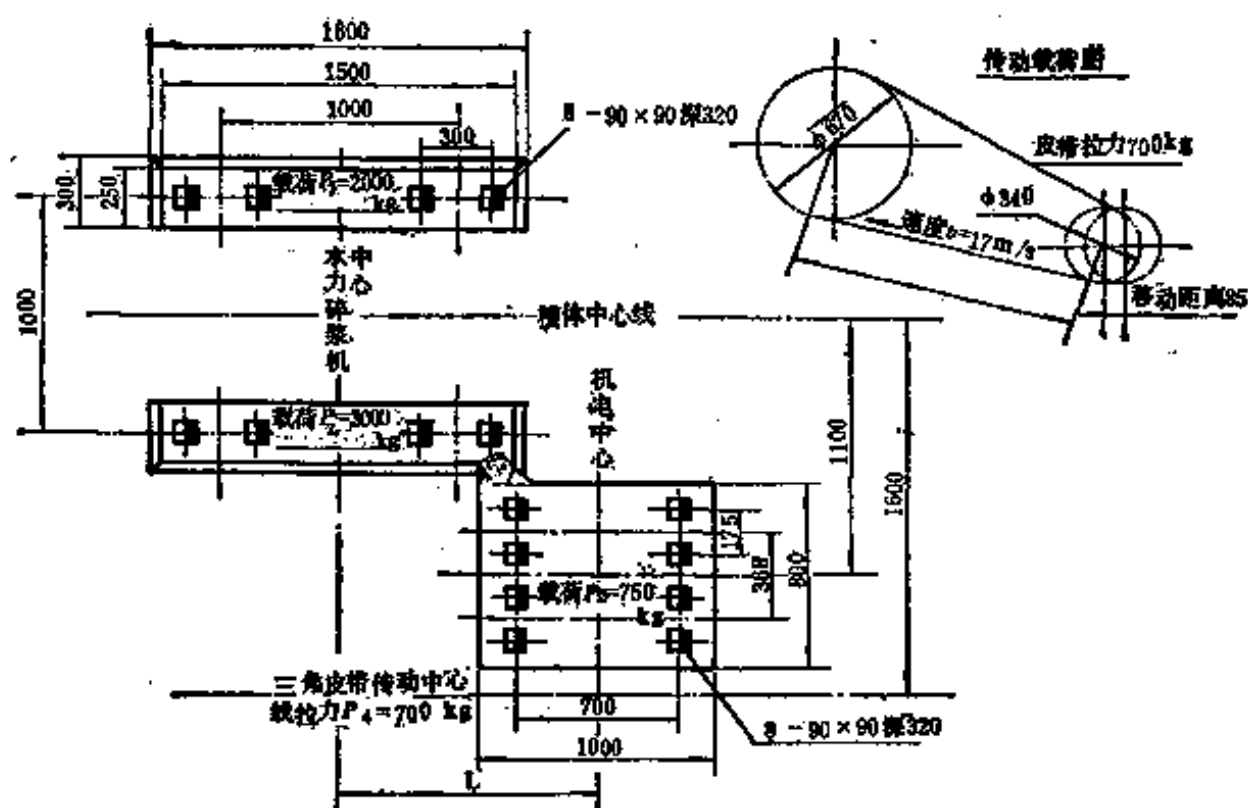


图 10-1-120 ZDS11型2.5m³卧式水力碎浆机载荷分布及安装基础图

表 10-1-64

型 号	ZDS11	ZDS12	ZDS13
生产能力(t/24h)	25~30	45~50	10~15
有效容积(m³)	2.5	5	1
槽体内径(mm)	φ1500	φ2000	φ1200
叶轮直径(mm)	φ650	φ850	φ450
转速(r/min)	500	400	650
叶片数	8	8	8
筛孔直径(mm)	φ3~φ15	φ3~φ15	φ3~φ15
进料口尺寸(mm)	650×780	1000×1200	580×800
出浆口尺寸(mm)	φ150	φ250	φ100
浆料浓度(%)	2.5~4.5	3~5	2.5~4.5
配用电动机型号	JO₂-91-6	JO₃-180S-4	JO₂-71-4
功率(kW)	55	110	22
转速(r/min)	970	1500	1470
设备重量(kg)	2880	8060	1210
外形尺寸(本体) 长×高×宽(mm)	2180×1520×2000	4182×2300×2400	1842×1220×1600

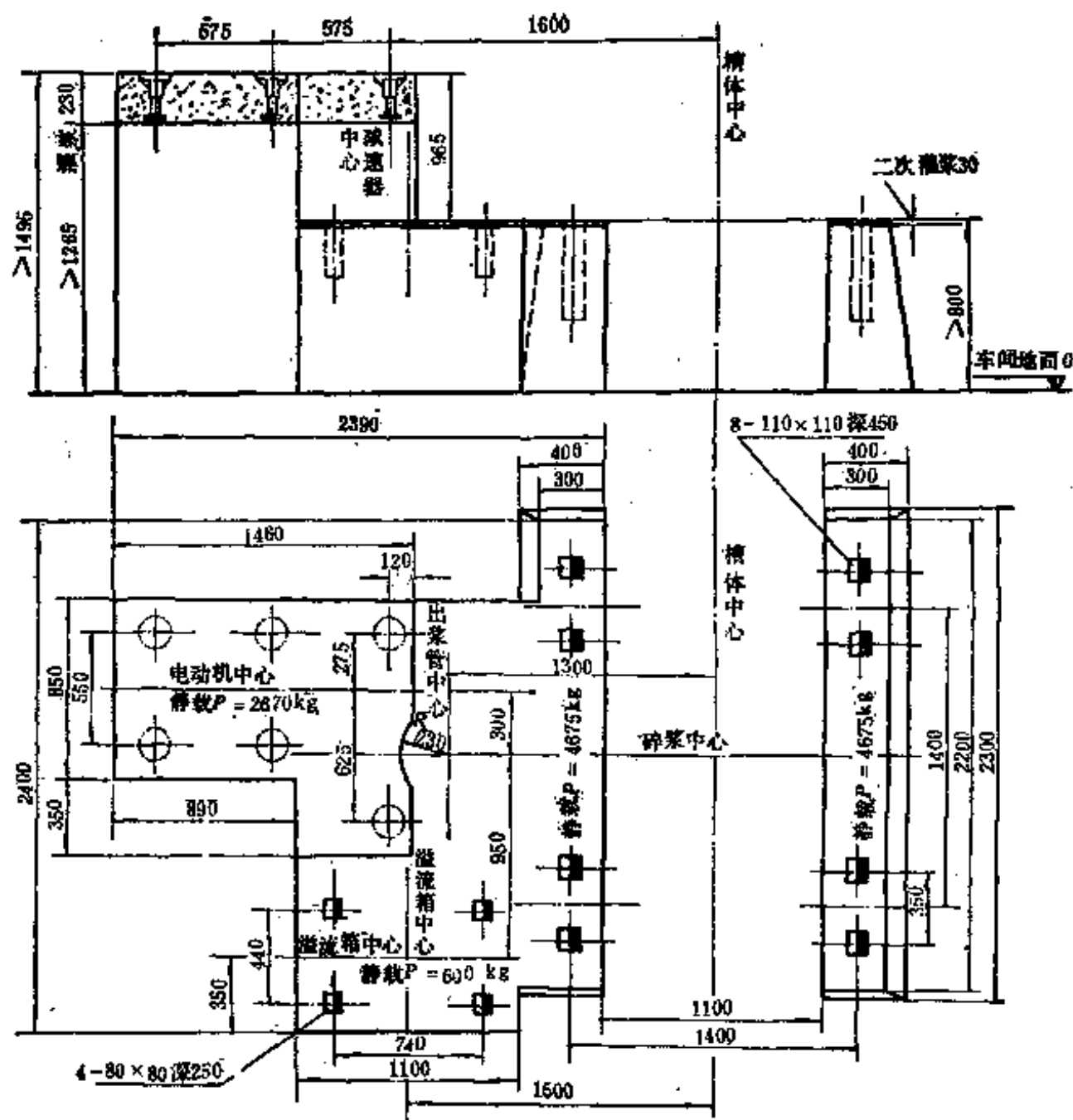


图 10-1-121 ZDS12型5m³卧式水力碎浆机(Z型)安装基础图

2. 高频疏解机

(1) 高频疏解机的类型及应用

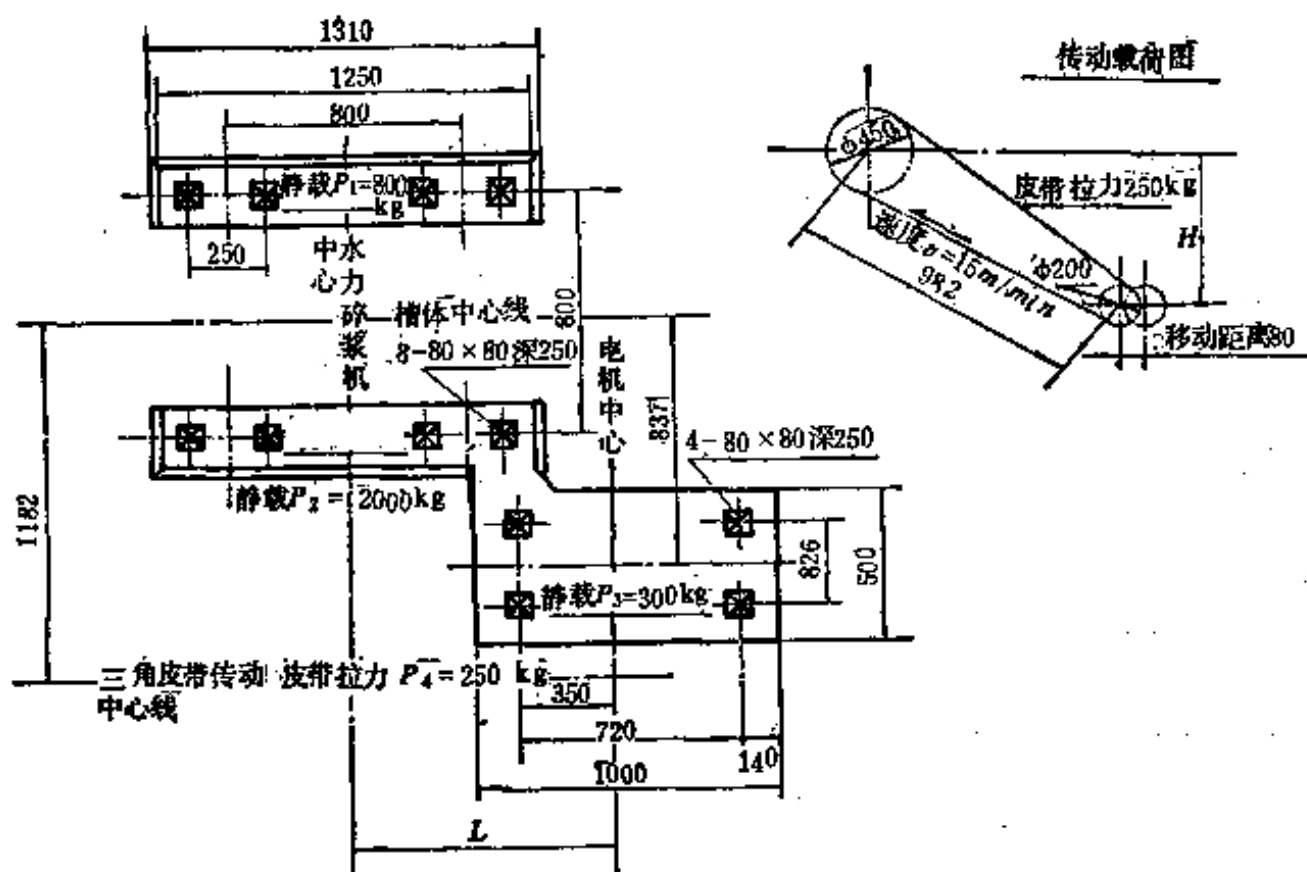


图 10-1-122 ZDS13型1m³臥式水力碎漿機 载荷分布及安装基础图

高频疏解机有齿盘式高频疏解机(图10-1-122)、孔盘式高频

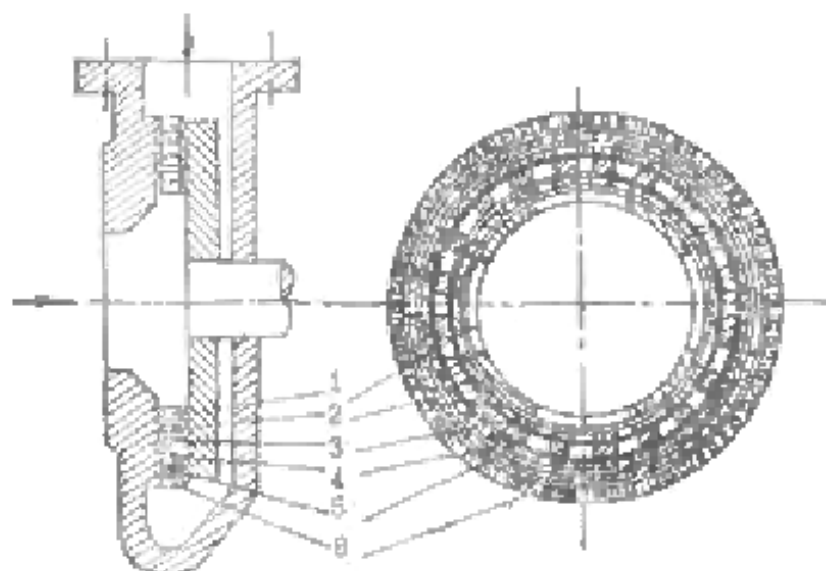


图 10-1-123 齿盘式高频疏解机示意图

1—转盘上的内齿环 2—定盘上的内齿环 3—转盘上的中齿环 4—定盘上的中齿环 5—转盘上的外齿环 6—定盘上的外齿环

疏解机 (图 10-1-124) 和大锥度高频疏解机 (图 10-1-125) 三类。目前, 齿盘式的用得较多, 孔盘式用的少 (因它的疏解效率较低), 大锥度的在推广使用中。但齿盘式高频疏解机必须保证进浆不含坚硬的杂物, 否则会把盘齿打掉, 造成机械故障, 直接影响生产。

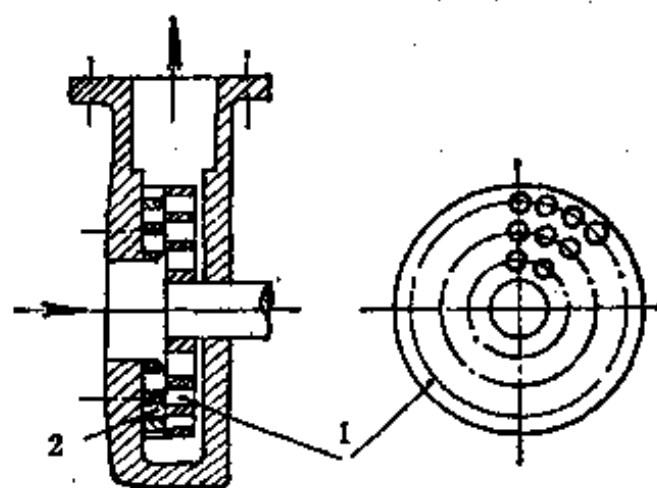


图 10-1-124 孔盘式高频疏解机示意图

1—转动孔盘 2—固定孔盘

(2) 齿盘式高频疏解机

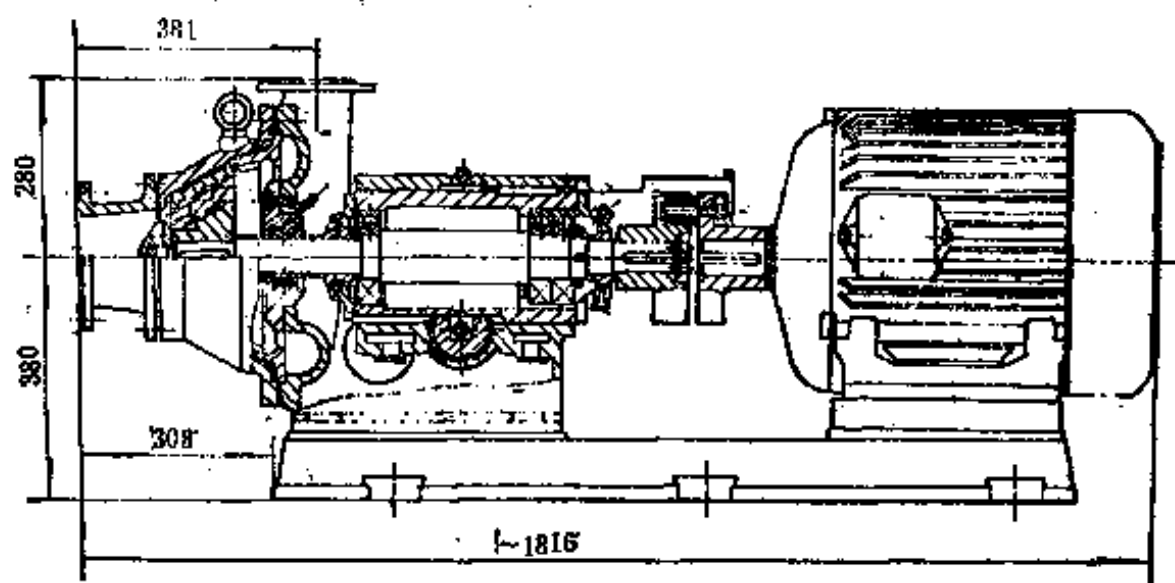


图 10-1-125 ZX78-2 大锥度阶梯形高频疏解机结构图

我国通用的齿盘式高频疏解机的型号和技术特征如表 10-1-65 所示。

(3) 大锥度阶梯形高频疏解机

① 大锥度阶梯形高频疏解机的结构特点：大锥度阶梯形高频疏解机是目前生产使用中的一种大锥度高频疏解机。它由截头短圆锥体的阶梯式转子和截头短圆锥体的阶梯式定子配合而形成阶梯形的疏解间隙的。疏解面的锥度为 60° 。疏解面的材料通常为

表 10-1-65

型 号	ZDG ₁	ZDG ₂
生产能力(kg/h)	400~450	
转子直径(mm)	φ218	φ305
定子直径(mm)	φ202	φ315
进口直径(mm)	φ80	φ80
出口直径(mm)	φ80	φ80
浆料浓度(%)	3~5	3~5
电动机型号、功率	JO ₂ 52-2, 13kW	JO83-2, 55kW 或 JO73-2, 28kW
设备重量(kg)	300	700

硬质合金铸铁(如 2Cr13), 齿面硬度达 HRC53-58。

由于转子与定子配合成三段阶梯形间隙, 浆料自小端走向大端, 依次通过这三个区域, 别无它道, 因而浆料短路的现象可以消除, 提高疏解效率。

大锥度阶梯形高频疏解机有进退刀装置, 可按不同浆料、不同工艺要求, 调节转子与定子之间的间隙, 以控制成浆的质量和产量。当转子和定子的齿面磨损使间隙增大而影响疏解效果时, 操作人员便可借此调节装置及时地调整好间隙, 以稳定疏解效果。

表 10-1-66

项 目	技 术 特 征
进浆管直径(mm)	φ125
出浆管直径(mm)	φ80
转子锥度(mm)	60°
转子尺寸(mm)	φ250×φ309×φ169×φ110×115
转子齿数	12×24×36
定子锥度	60°
定子尺寸(mm)	φ250×φ228×φ188×φ149×103
定子齿数	18×20×30×40
主轴转速(r/min)	3,000
进浆浓度(%)	2~8
设计能力(t/d)	20~35
配用电动机	JO ₃ -225S-2, 55kW

② ZX78-2 型大锥度阶梯形高频疏解机：ZX78-2 型大锥度阶梯形高频疏解机是推广使用中的一种大锥度高频疏解机。

ZX78-2 型大锥度阶梯形高频疏解机的主要技术特征如表 10-1-66 所示。

ZX78-2 型大锥度阶梯形高频疏解机如图 10-1-125 和 10-1-126 所示。

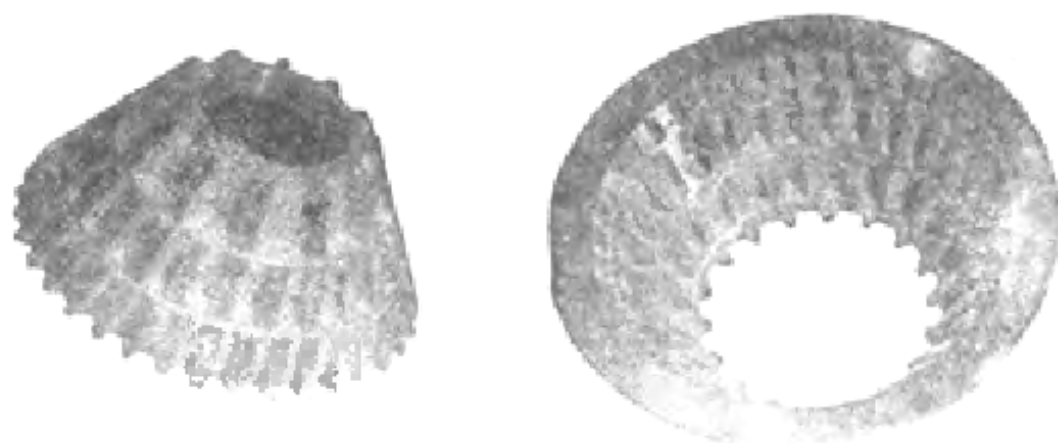


图 10-1-126 ZX78-2大锥度阶梯形高频疏解机转子和定子图

五、实验室打浆和抄片

(一) 实验室用打散设备

在测定纸浆或纤维的某些性质以及进行实验室打浆之前，纸浆一般需要打散，把交织的纤维在水中通过机械处理使其分离而不改变纤维的结构性质。通常采用的打散器如下：

1. 型式一

(1) 设备结构

一种英国标准打散器如图 10-1-127 所示。

① 容器内径为 152mm，内部高为 190mm，肋筋的正方形断面边长 6.4mm；各肋筋间隔相等，容器的内壁上附着螺旋形肋筋

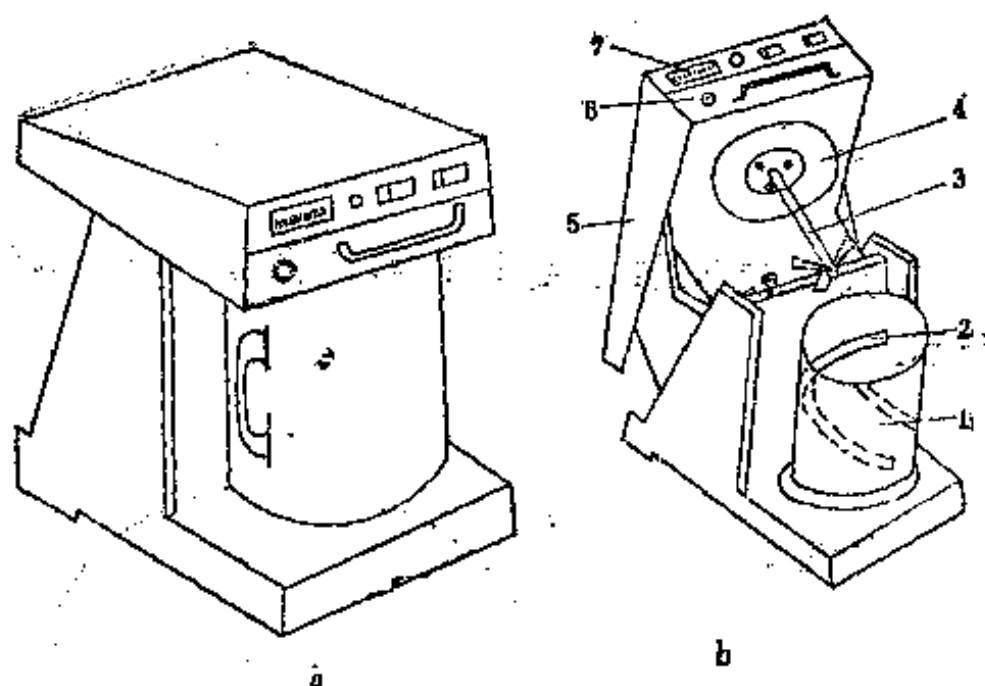


图 10-1-127 一种英国标准打散器示意图

左图 a 为工作时示意图；右图 b 为打开时示意图

1—容器 2—肋筋 3—搅拌器 4—容器顶盖

5—可折叠的打散器顶箱 6—抬起按钮 7—计数器

路线,每一条肋筋由底下 32mm 开始至顶部 57mm 为止,其长度为围绕容器半周。各肋筋的末端是圆形,其半径为 0.3mm。

② 搅拌器和容器的顶盖装设在打散器的可折叠的顶箱上,螺旋桨搅拌器的直径为 90mm,有距离相等的三个叶片。电动机应能保持螺旋桨速度为 $2900 \pm 100 \text{ r/min}$ 。

② 一微型电钮安全地控制搅拌器的运转,而仅当容器放在准确的位置,并且压下的容器顶盖严密盖好容器时,电动机才开始运行。

④ 脉冲计数器用于记录搅拌器的转数。

⑤ 所有与纸浆或水接触的部分都是镀铬、镀、镍或由不锈钢制成。

(2) 测定方法

① 取相当于 $30.0 \pm 5 \text{ g}$ 绝干重的浆样(检验纸浆质量取 30 g,而用于打浆的试样,则应参照打浆设备要求的浆量进行打散),在

打散之前应彻底地把纸浆润湿，润湿时间的长短应随纸浆的类型和干度不同而定。如果是浆板，则在润湿之后，先将它撕成约 $4.5 \times 1.5 \text{ cm}$ 的小片。浆板或风干浆的润湿时间一般都需要 4h 以上。

② 将湿纸浆放入打散器的容器中，加入 $15 \sim 20^\circ\text{C}$ 的水，使总容积为 $2000 \pm 25 \text{ ml}$ ，这样纸浆的浓度大约为 1.5%（必要时也可是打散浓度小于 1.5% 的纸浆样品，但纸浆浓度和转数必须在报告中说明）。

③ 在计数器上订出所需的转数。

④ 将容器放在准确的位置，并当落下容器顶盖而使它严密盖好容器时，按开微型电钮，此时搅拌器以 3000 r/min 的转速进行旋转以起到分散纸浆的作用。

⑤ 待达到所预定的转数后，电动机自动停止转动。

⑥ 检查纸浆是否彻底分散，如没有，则可继续打散，并记下总转数。但这样制备的纸浆悬浮液所得的结果，不能视为符合测定纤维性质用的标准试验方法。

⑦ 打散完毕后，取出盛有纸浆悬浮液的容器进行下一步试验。

2. 型式二

(1) 设备结构

一种型式的打散器的结构示意图如图 10-1-128 所示。

① 一个筒状容器，其内径为 152 mm ，内部高度为 190 mm ，内壁上具有四条肋筋。

② 一个螺旋桨搅拌器装在垂直轴上，由电动机带动。螺旋桨的直径为 90 mm ，有距离相等的三个叶片。

③ 一个计数器，用来记录垂直搅拌轴的转数。

④ 电动机应能保持装有螺旋桨的垂直搅拌轴的转数为 $2900 \pm 100 \text{ r/min}$ 。

(2) 试样制备和操作方法

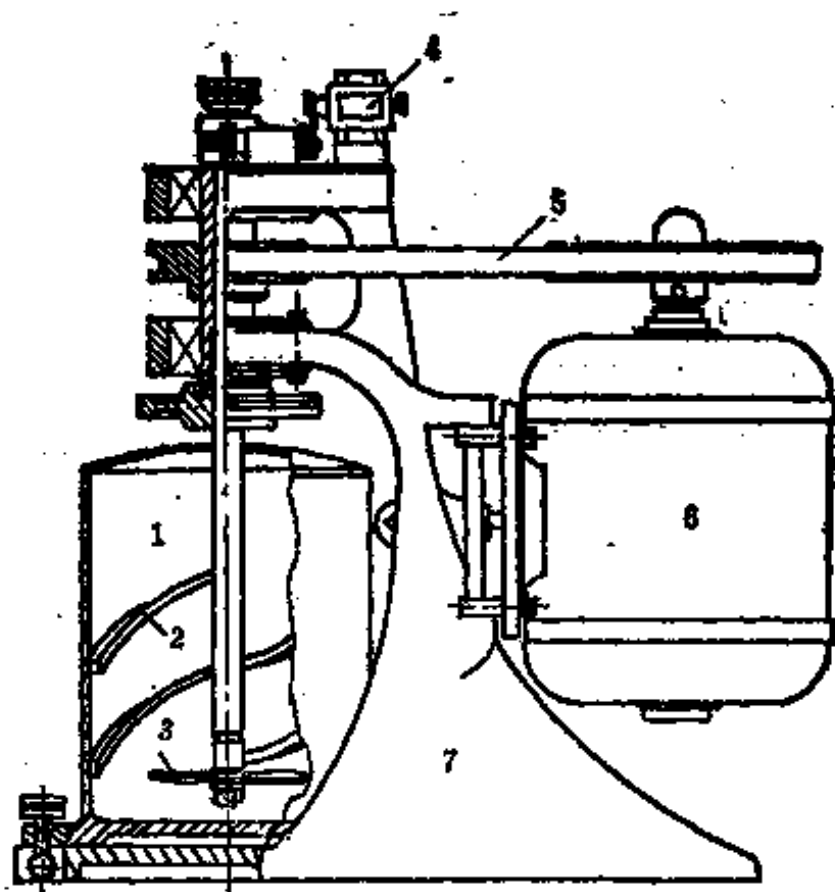


图 10-1-128 一种型式的打散器的结构示意图

1—筒状容器 2—肋筋 3—搅拌器 4—计数器
5—皮带 6—电动机 7—支架

使用这种打散器的试样准备和操作方法基本上与型式一相似。

(3) 使用这种打散器对干浆板进行打散的结果如表 10-1-67 所示。

表 10-1-67

打散时间 (min)	裂 断 长 (m)					
	松木亚硫酸盐浆	铁杉亚硫酸盐浆	松木硫酸盐浆	预水解松木硫酸盐浆	雪松硫酸盐浆	花旗松硫酸盐浆
5	510	1310	2210	880	3460	2100
10	760	1470	2500	1080	4050	2260
25	1020	1500	2750	1360	4380	2710

(二) 实验室打浆设备

实验室打浆精确度高，再现性良好，而且打浆过程可以标准化。因此可以用来评价和比较纸浆，改进工厂纸浆质量，评价工厂打浆设备和打浆过程，指导工厂打浆实践和改进打浆设备。另外，可以用来积累打浆经验，研究打浆理论。

由于以上目的，要求实验室打浆设备符合下列四项基本要求：

表 10-1-68

名 称	容 积 (L)	装浆量 (g)	纸料浓度 (%)	设 备 特 点
瓦特打浆机	23	360	1.57	切断作用较大，对长纤维浆的打浆较合适，而对短纤维浆的打浆不太适合，可控制打浆比压和刀间距
PFI 磨	0.225	30	10~20	打浆适用范围较广，可改变比压和调节打浆辊与打浆室之间的间隙。打浆切断作用很小，可进行低、中、高浓打浆，尤其适于中、高浓打浆
单球磨	0.800	30	3.0	打浆效率低，打浆作用较温和，再现性良好，成浆均匀性较好
离心磨	0.265	16	6.0	打浆过程有少量的切断作用，不适宜打长纤维浆，对阔叶木浆、针叶木浆和草浆的打浆较为适宜
克拉克碾磨机	3	90	3.0	设备结构较特殊，也是一种 Tappi 标准打浆设备
球磨机	2.1	90	4.3	也是一种 Tappi 标准打浆设备
KRK 高浓磨浆机	—	—	可达30%	是一种适合于硬度比较大的高得率浆、半化学浆、化学机械浆、木片磨木浆、预热木片磨木浆及化学热磨木片磨木浆等高浓磨浆的设备。磨浆圆盘尺寸为350mm 磨浆圆盘转速为3000r/min
Aylesford 磨浆机	540	1620	3.0	

注：上表中所列出的PFI 磨和单球磨的装浆量均为Tappi 标准和北欧标准所规定的，对于PFI磨，Clark提出的装浆量为24g。

(1) 在固定能耗的情况下, 再现性良好。

(2) 切断、摩擦和压溃作用与生产上相似。

(3) 对纤维的不均匀性有相对的均衡作用。

(4) 使用方便, 易维修, 运转稳定, 打浆速度快, 可使用较少的浆样, 而且在浓度稍许变化的情况下, 对打浆的影响不敏感。

实验室常用的打浆设备是瓦赖打浆机、PFI 磨、离心磨和单球磨。

几种实验室打浆设备的比较如表 10-1-68 所示。

下面介绍几种我国常用的实验室打浆设备的结构特征和操作方法。

1. PFI 磨

PFI 磨是一种国际上的通用实验室打浆设备。

在 PFI 磨中, 带有许多刀片的打浆辊和光滑的打浆室按照同一方向旋转, 但具有不同的圆周速度, 因此纸浆在打浆辊和打浆室之间受到机械作用。

(1) 设备结构

PFI 磨的主要结构包括: 打浆辊、打浆室及一个提供打浆压力的负荷装置。打浆辊和打浆室分别在垂直轴上转动。

PFI 磨的设备结构如图 10-1-129 所示。

PFI 磨的打浆辊和打浆室的示意图如图 10-1-130 所示。

① 打浆辊: 打浆辊有 33 根刀片, 各为 50mm 长, 5mm 宽。全部刀片均为径向排列, 并与打浆辊轴线平行。打浆辊直径 (包括刀片在内) 为 200mm, 刀片与刀片之间槽深为 30mm。由 1.1 kW (1.5hp) (容量约 1kW) 的电动机带动打浆辊转动。当不施加压力时, 转数为 $1460 \pm 20 \text{r/min}$ 。打浆辊转数由转数表指示。

② 打浆室: 打浆室内径为 250mm, 由 372.9W0.5(hp) 的电动机带动。在零负荷和在打浆辊速度为 $1460 \pm 20 \text{r/min}$ 的条件下, 为了使两个打浆元件之间圆周速度规定差达到 $6.0 \pm 0.1 \text{m/s}$, 则打浆室转速应该是 710r/min。

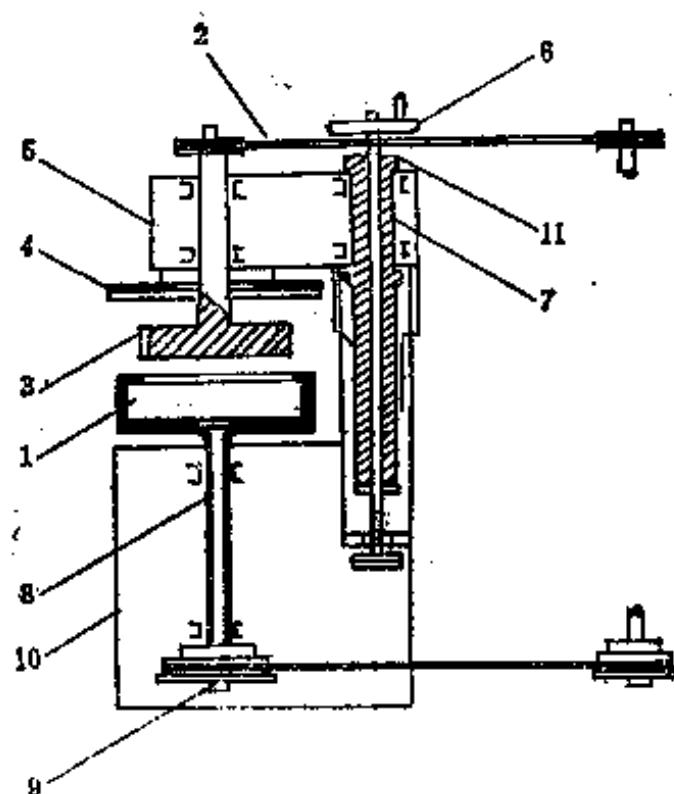


图 10-1-129 PFI 磨结构示意图

1—打浆室 2—皮带 3—打浆辊 4—打浆室盖 5—旋转臂
6—手轮 7—丝杠 8—传动轴 9—螺旋螺母 10—外壳 11—凸台

③ 其他

打浆压力由杠杆来施加，通过压迫打浆辊于打浆室的内壁而得到。PFI 磨还安有调距螺栓装置，用以调节打浆辊与打浆室之间的距离（调距手轮转动一圈，间隙为1.5mm，手轮上共分成20个格，则每转动一个格为0.075mm）。

打浆元件由青铜或不锈钢制成。

(2) 打浆操作

PFI 磨打浆是检验各种

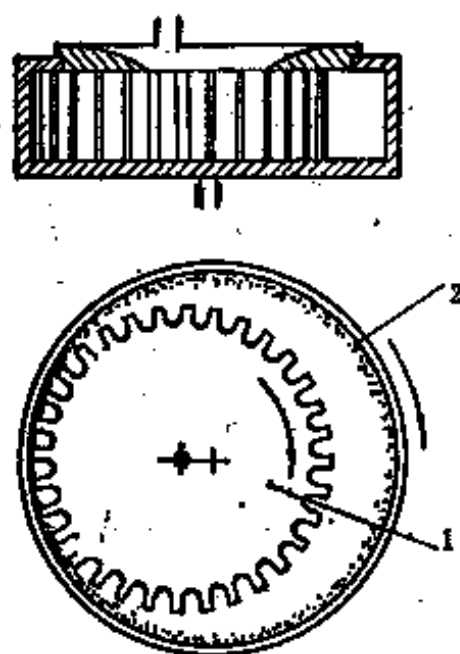


图 10-1-130 PFI 磨打浆辊

和打浆室示意图

1—打浆辊 2—打浆室

纸浆（包括未完全蒸解的纤维物料）的一种实验室打浆方法，此法是检验纸浆物理性能试验时，制备浆张的第一步。通常抄制浆张，由未打浆和已打浆的纸浆制成，每一种浆样，至少应进行4次连续不同时间（或不同转数）的打浆，打浆时间（或转数）的选择决定于浆的类型和用途。

打浆试验的操作程序如下：

1) 取样：称取相当于 30.0 ± 0.5 g 绝干浆的浆样（用于检验各种纸浆质量的实验室标准打浆取 30.0 ± 0.5 g；用于其它目的实验室打浆也可选取 22.5 g 或 24 g，但要注意浆与水总量不得超过 450ml），充分润湿。如果是浆板，则把它撕成大约 $1.5\text{cm} \times 1.5\text{cm}$ 的小片。

2) 打散：将湿纸浆放入打散器中，加入 $15 \sim 20^\circ\text{C}$ 的水，使总体积为 $2000 \pm 25\text{ml}$ ，这样纸浆的浓度大约为 1.5%（浓度低于 1.5% 也可进行打散，但纸浆浓度和打散器转数必须在报告中说明），然后在规定转数的条件下对纸浆进行打散。

3) 浓缩：打散后的纸浆在布氏瓷漏斗的筛网上脱去水分至浓度大约为 20%。小心不要丢失纤维，如果必要的话，通过纤维层重新过滤滤液。把浓缩的纸浆称重并用水稀释至打浆条件所需要的浆料浓度（用于检验纸浆质量的标准打浆，浆料浓度为 10%；用于其它目的的实验室打浆，浆料浓度由打浆条件而定）。

4) 打浆：

① 根据纸浆是否容易打浆确定打浆压力，即确定是否加附加铈。如果不加附加铈，则应在报告中说明。

② 检查空载时打浆辊与打浆室的转数是否符合所要求的转数，打浆元件及纸浆悬浮液的温度保持在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

③ 把调至一定浓度的纸浆悬浮液放入打浆室内，尽可能均匀地分布到整个筒壁上。

④ 把辊刀放入打浆室内，并把盖子压入一定位置，直到完全触及打浆室为止（可在打浆室外壁的橡胶圈上涂些水，这样便于

压下盖子)。

⑤ 将打浆室转动起来,使纸浆甩到室壁上,然后开动辊刀。

⑥ 当两个打浆元件都达到满速时,则施加所要求的压力,同时开动转数计数器。在打浆过程中记录能耗。

⑦ 当辊刀转数达到要求时,去掉打浆压力,停止打浆。关闭电动机,使辊刀和打浆室停止转动。

⑧ 提起盖子和辊刀,把包括粘附在辊刀上的全部纸浆一齐移到烧杯内。

⑨ 将打过浆的纸浆稀释后倒入打散器进行分散,随后再稀释成所需要的浆料浓度进行打浆度测定和抄片(如欲测定保水值等,则在纸浆稀释之前取出部分浆样供测定用)。

(3) PFI 磨的检查和维护

① 试验结果的再现性在很大程度上取决于打浆元件的洁净度;如发现在打浆元件上有树脂沉淀,可用热(75~80℃)的饱和磷酸三钠溶液洗刷去掉。

② 检查皮带不要打滑。当施加压力时,打浆辊转数通常将下降 20~65r/min,而打浆室的转数将会稍微增加(提高 25r/min)。如果在运转时达不到这个数值,应对皮带进行调整。

③ 检查各部件活动无阻,以使全部施加的负荷传至打浆压力上。

④ 检查调距螺钉在打浆过程中不脱开。

2. 瓦赖打浆机

瓦赖打浆机 (Valley beater) 是一种标准的实验室打浆设备。

瓦赖打浆机的打浆与普通的工业用的打浆机相似,即称取一定量的纸浆试样按照规定浓度放在打浆机中通过飞刀和底刀进行打浆,并可在打浆过程中根据需要而间断地取样进行测定。

(1) 设备结构

瓦赖打浆机与普通的工业用打浆机的不同主要是用底刀进行

加压，其结构示意图如图 10-1-131 所示。

瓦赖打浆机的主要结构如下：

① 飞刀是由不锈钢制成。飞刀辊的直径为 168 mm，镶入 32 把飞刀，连同飞刀的刀辊直径为 190~194 mm。每一把飞刀的厚度为 4.7 mm，飞刀辊的宽度为 152 mm。

② 底刀也由不锈钢制成。底刀床具有 7 把底刀垂直地安装，底刀厚度为 3.2 mm，刀距为 2.4 mm。底刀刀片与刀片之间嵌有硬木木条。底刀床宽度为 159 mm。底刀床上的底刀被磨成和飞刀辊相同曲度的曲面。

③ 底刀床和打浆机的槽底由厚度为 1.5 mm 的软质橡皮隔板连接起来。用一个杠杆可把底刀床压向飞刀辊，杠杆臂之间的比率为 1.94 比 1 (对中间支点)，而在长臂一端，加一 5500 g 的荷重，从而在底刀床上可产生 10.5 kg 的压力。

④ 飞刀辊和底刀床的位置是相对固定的。

⑤ 飞刀辊以 500 r/min 的转速运行。

⑥ 底刀床的杠杆位置是用螺栓固定在打浆机槽上的。

⑦ 当打浆机内注入 23 L 水时，恰使底刀达到平衡，然后用很小的力就可使飞刀和底刀相接触。

(2) 打浆操作程序

1) 取样：取相当于 360 ± 5 g 绝干浆的试样。如果试样是干

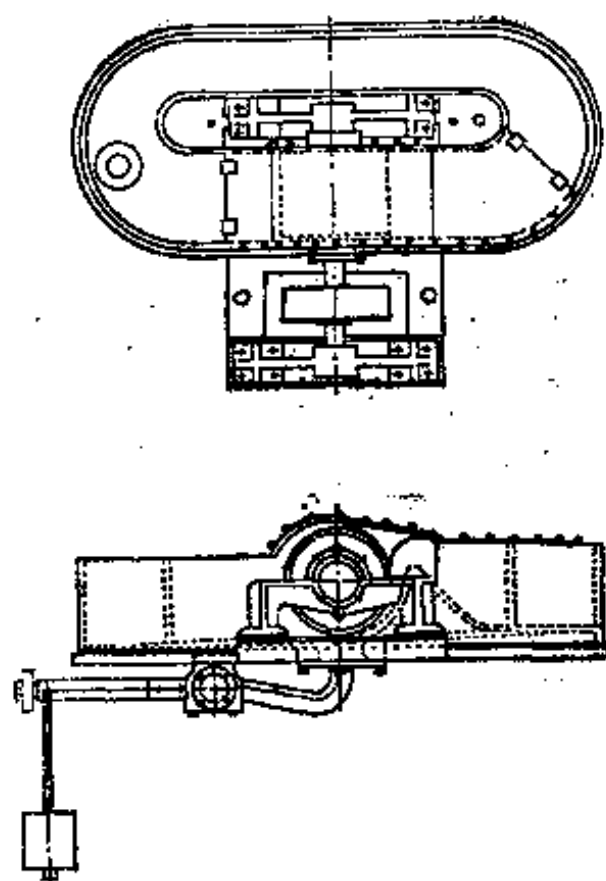


图 10-1-131 瓦赖打浆机的结构示意图

浆板, 则应先放入 5L 水中在室温下彻底润湿不少于 4h, 再将其撕成大约 $25 \times 25\text{cm}$ 的小片。

2) 打散和打浆;

① 先降低底刀床, 使底刀与打浆辊之间的间距不少于 10 mm。

② 关闭打浆机槽的排出口, 向槽内添加 18L 的清水并开动电动机。

③ 在 3~5min 以后, 缓慢地加入所有的浆料, 随后添加清水直至浆和水的总容积为 $23.0 \pm 0.2\text{L}$, 这样浆料的浓度就是 1.57%。

④ 此时底刀床仍在较低位置, 而浆料在打浆机内循环即是对浆料进行打散。其间也可以快速移上移下底刀床一、二次。打散时间为 5~30min, 视原浆情况而定。

⑤ 打散以后开始打浆, 即在杠杆的长臂一端加上 $5500 \pm 50\text{g}$ 的负荷, 如果是易于打浆的纸浆, 则在杠杆上可以采用较小的负荷。

⑥ 打浆开始时开动计时表, 在打浆进行一定时间以后可以分阶段进行取样, 而在过程中不中断打浆过程, 不移动底刀床负荷。

对于各种纸浆的打浆取样时间如表 10-1-69 所示。

表 10-1-69

纸 浆 种 类	打 浆 时 间 (min)				
亚硫酸盐木浆	5	10	15	20	30
阔叶木硫酸盐浆	5	15	30	45	60
针叶木硫酸盐浆 和其他难打浆的纸浆	5	15	30	60	90

3. 离心磨

离心磨 (Jokro mill) 是一种常用的实验室打浆设备, 离心磨打浆是检验各种纸浆 (棉浆和其它纤维很长的纸浆除外) 的一

种实验室打浆方法。

取一定量欲打浆的试样，置于打浆辊和打浆罐的间隙中，每个打浆罐在转动圆盘的带动下，围绕中心主轴旋转，同时由本身的转动轴带着进行自转。由于罐底自中心到边缘是一个倾斜面，因此打浆辊在打浆罐公转和自转的带动下，在罐内作不规则的螺旋线运动。这样，被打浆的试样在打浆辊与打浆罐内壁之间受到机械作用。

(1) 设备结构

离心磨打浆示意如图 10-1-132 所示。

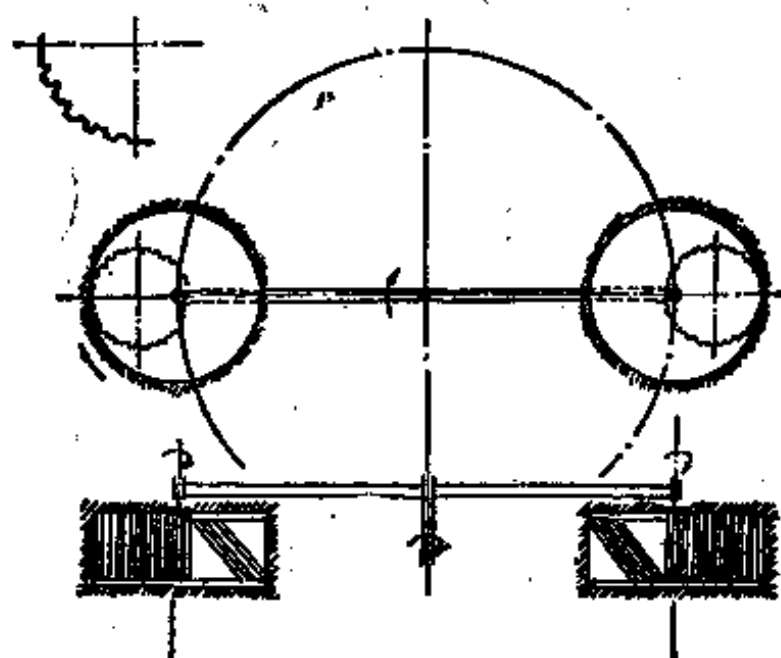


图 10-1-132 离心磨打浆示意图

离心磨主要由主轴带动下的转动圆盘和打浆元件所构成。

1) 转动圆盘：由 0.55kW 电动机通过摩擦轮无级变速来带动水平轴转动，通过一对伞齿轮由水平轴带动垂直中心主轴转动，这样，转动圆盘即随中心主轴转动。转动圆盘下中心处有一固定直齿轮，周围有 6 个直齿轮与其啮合，在圆盘转动时带动 6 个直齿轮围绕固定直齿轮转动，同时 6 个直齿轮本身也进行自转，即带动打浆罐自转。

转动圆盘上有 6 个可以安放打浆罐的圆形凹槽，每一凹槽可安放一个打浆罐，凹槽沿圆盘的圆周分布，且彼此等距，每一凹槽与中心轴的距离也是相等的。

2) 打浆元件：离心磨的打浆元件为打浆罐、打浆辊和打浆罐盖。

① 打浆罐：打浆罐由黄铜制成，内径为 145mm，内部高度为 67mm。罐内壁刻有齿纹，齿纹与水平面的夹角为 55° ，齿纹长 57mm，齿宽 1.32mm。每一厘米圆周有 7.64 根齿纹。罐底从中心到边缘的倾斜度为 2mm，罐底中心处有一直径为 28mm 的凹槽。有一比其直径略小的由山毛榉木材制成的圆片置于凹槽中。使用时，由于用水润胀，使该圆片恰好填满凹槽，并牢固地压缩在凹槽中。这一圆片的作用是作为刀辊的摩擦面。

② 打浆罐盖：打浆罐盖与打浆罐之间垫有橡皮垫圈，一方面防止漏浆，另一方面使得罐底与罐盖下平面间的距离恰好为 64.5mm。

③ 打浆辊：打浆辊直径为 89.10mm，高 60mm。辊上沿垂直方向均匀地分布着 35 个齿，齿宽为 2mm，刀槽为半圆形，曲率，半径为 3mm。打浆辊的重量为 2000 ± 5 g，由黄铜制成，硬度为 $85 \pm 10^\circ \text{BH}$ 。

3) 其他：中心轴转数为 $70 \sim 300 \text{ r/min}$ ，一般标准中规定为 150 r/min ，因此打浆前要调节好转数。打浆罐的转数是转动圆盘转数的 2.14 倍。打浆时，打浆罐中心到主轴中心的距离为 225mm。

(2) 打浆操作程序

1) 取样：取相当于 16 ± 0.5 g 绝干浆的浆样，充分润湿。如果是浆板，则把它撕成大约 $1.5 \text{ cm} \times 1.5 \text{ cm}$ 的小片。

2) 打散：将湿纸浆放入打散器中，加入 $20 \pm 5^\circ \text{C}$ 的水使总容积为 $1100 \pm 25 \text{ ml}$ ，即纸浆浓度约为 1.5%（必要时浓度也可低于 1.5%），随后进行打散。

3) 浓缩：可参照 PFI 磨打浆时的浓缩操作。把浓缩后的纸

浆称重并用水稀释成总重量为 $267 \pm 1 \text{ g}$ ，相当于 6% 的浆料浓度。

4) 打浆：

① 开机前用手转动圆盘，并检查传动部分及各零部件，调节转数至 150 r/min （在运转时调节）。

② 将准备好的浆料放于打浆罐内壁和打浆辊之间，小心不要使浆料压在打浆辊之下，然后将打浆罐盖盖严。注意打浆辊上的号码应与打浆罐上的号码一致，而且打浆辊与打浆罐的温度也应是 $20 \pm 5^\circ \text{C}$ 。

③ 把打浆罐放入圆盘的凹槽内，用夹子拧紧，其位置应对称平衡，即可放入 2、3、4 或 6 个打浆罐同时进行打浆。

④ 打浆时记录转数表的数字为 4 次，即开始打浆时，设备运转到 150 r/min 时，停机时，完全停止转动时。用秒表记录开始打浆至停机时的时间（准确至 $1/5 \text{ s}$ ）。

⑤ 每种浆料一般要进行 4 个不同时间的打浆，而打浆时间的长短与浆料的种类有关。一般来说，未漂亚硫酸盐木浆的打浆时间可为 20、40、60 和 80 min ；未漂硫酸盐木浆为 40、80、120 和 150 min 。漂白浆打浆时间可少于未漂浆，阔叶材木浆或草浆比未漂亚硫酸盐木浆打浆时间可以缩短。

⑥ 打浆过程中，当打浆罐中浆料因打浆时间较长而温度升高时，应停机冷却，待其冷却至 20°C 时再继续打浆（温度一般不超过 $28 \sim 30^\circ \text{C}$ ）。

⑦ 打浆完毕后（转盘完全停止转动时），取出打浆罐，将浆料转移到烧杯中，稀释后倒入打散器中进行分散，随后再稀释至所需浓度进行打浆度测定和抄片（如欲测定保水值等，则在纸浆稀释之前取出部分浆样供测定用）。

⑧ 打浆结束后，应用清水洗刷并擦净打浆辊和打浆罐。

(3) 检查和维护

为了保持正常的运转条件，设备要安装稳固，并应经常加以维护。

① 设备的安装应保持主轴是准确垂直的,这样转动圆盘就是水平的。

② 设备应经常校准,以保证主轴和转动圆盘的准确位置。

③ 打浆罐底部的山毛榉圆片要经常保持用水润湿,甚至在停止使用时,圆片也应保持用水湿润。

④ 如果山毛榉圆片强烈磨损应该更新,否则金属与金属的摩擦将会影响打浆效果。另外,如果山毛榉圆片在润胀超出水平面的高度也应进行更新。

⑤ 打浆结束后应用清水洗刷擦净打浆罐和打浆辊等。

⑥ 在打浆罐中,特别是在亚硫酸盐木浆打浆时沉淀有树脂,可通过用弱碱液的洗涤加以排除,再用清水充分冲洗干净。

⑦ 打亚硫酸盐木浆时,如有树脂粘附于打浆辊和打浆罐,则可用稀碱液洗涤,随后再用清水充分洗刷。打硫酸盐木浆时,如有沉淀,可用饱和磷酸三钠溶液来洗涤,最后用清水充分洗刷。

4. 单球磨

单球磨(Lampen Mill),是一种检验各种纸浆用的北欧标准化的实验室打浆设备。

称取一定量的纸浆按规定浓度,放在圆球和光滑的球磨室之间,在一定转速下旋转,纸浆在圆球和球磨室之间受到摩擦和压溃而产生打浆作用。

(1) 设备结构

单球磨主要由机架以及转动的球磨室、外壳和圆球等组成,如图 10-1-133 所示。

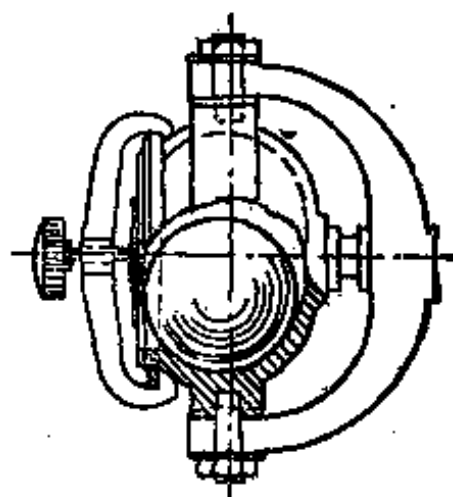


图 10-1-133 单球磨的设备结构示意图

① 球磨室:球磨室的内径为 191mm,内壁光滑,其转数为

250r/min。球磨室有开口，附有盖子，装料后盖紧盖子不应有漏液现象。球磨室能旋转，并能固定在一定的位置上，以便装料、打浆和放料。

② 圆球：圆球表面光滑，其重量为 $10 \pm 0.1\text{kg}$ ，直径为 132mm。

③ 其他：单球磨的电动机功率为 168.43kW (0.25hp)，有一个转数计。

(2) 打浆特点

① 纸浆在圆球和球磨室之间主要受到摩擦和压溃，而没有切断作用，打得的浆料比较粘。

② 打浆效率低，打浆速度相当缓慢，打浆作用温和，这些与工业生产上的打浆实际相比，其差距是较大的，结果造成偏高的强度值。

③ 使用单球磨打浆的再现性强。

(3) 打浆操作程序

① 取相当于 $30 \pm 5\text{g}$ 绝干浆，打散和浓缩与其他型式的实验室打浆设备相似。

② 装料前先转动单球磨，使其装料口位于最上方的位置，拧松球磨室盖子的螺丝，卸下盖子，此后进行装料和装水，保持浆料浓度为 3%。随后盖好盖子，拧紧螺丝。

③ 将转数计的字码调整至零点，并调节到所要求的转数，此时开动单球磨进行运转。

④ 在打浆过程中，如果圆球被粘住，可采用暂时停机而再次开动的办法来解决。

⑤ 待达到规定的转数时，球磨自行停止转动，随后使其装料口位于最上方的位置，取下球磨室的盖子，将浆料倒出，再进行下一步试验。

(4) 检查和维护

① 应经常检查球磨室内壁和圆球表面是否平滑有无伤痕。定

期打标准浆样核对单球磨的一般打浆条件。

② 使用完毕后，必须及时用清水刷洗球磨室内壁和圆球表面，擦干后再盖好盖子。

③ 如打树脂含量高的纸浆以后，要用树脂溶剂来洗刷单球磨的打浆表面。

不同国家使用单球磨进行打浆的比较如表 10-1-70 所示。

表 10-1-70

国 家	转数(r/min)	浆料绝干量 (g)	水+浆料
瑞 典	250	30	1000ml
芬 兰	250	30	1000 g
挪 威	280	23	750 g
英 国	300±25	24	800ml

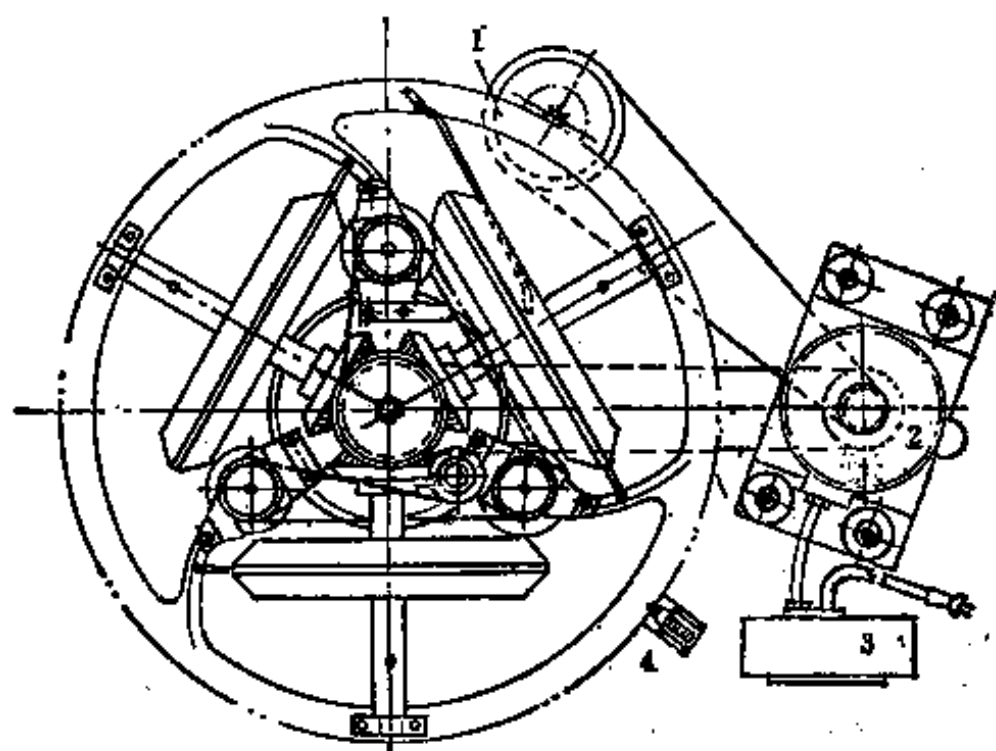


图 10-1-134 克拉克碾磨机的俯视示意图

1—齿轮传动 2—电机 3—计时器 4—计数器

5. 克拉克碾磨机

克拉克实验室碾磨机 (Clark laboratory kollergang) 也是一种Tappi标准化的实验室打浆设备, 如图 10-1-134 和10-1-135 所示。

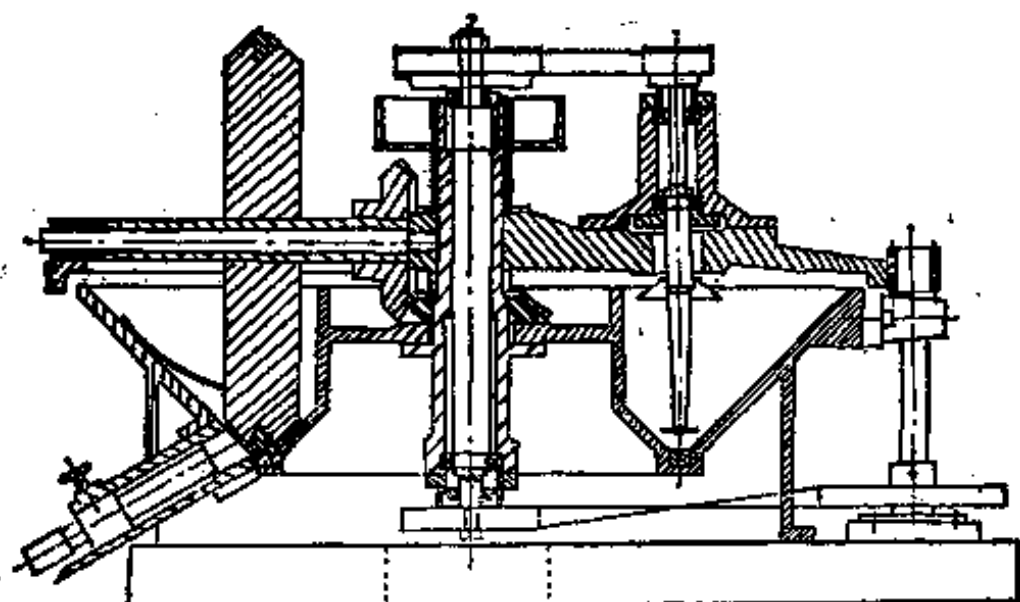


图 10-1-135 克拉克碾磨机的剖视示意图

克拉克实验室碾磨机的主体设备是一个由齿轮传动的圆盘, 圆盘的底部并非平底而是呈沟槽状的。在沟槽内回转着三个盘磨, 它们是由铬铸铁或不锈钢制成。盘磨有倾斜的工作面, 其倾斜度是 45° 。磷青铜的凸缘用埋头螺栓固定在盘磨的工作边上, 以防止纸浆的滑动。在三个盘磨之间夹着三个搅拌轴, 轴的下部有搅拌叶, 它在槽沟内转动以防止长纤维浆料粘附在槽沟上。搅拌叶的最底部与槽沟的距离约为 1.3mm 。

取 $90 \pm 5\text{g}$ 绝干浆试样用水稀释至 3% 的浓度, 放入打散器内分散后再装入克拉克实验室碾磨机中进行打浆试验。在打浆过程中可以定期分别进行取样。

6. 球磨机

球磨机 (Ball-mill) 打浆也是一种 Tappi 标准化的实验室打

浆方法。

这种设备是由四个瓷制球磨组成，每一球磨的内径为 25cm。球磨安装在适宜的支架上，转速为 r/min 。每一球磨内装有 90~110 个瓷制圆球，瓷球的直径约为 3cm。

取 450 g 绝干浆试样稀释至 4.5% 的浓度后，在打散器内进行充分分散。向每一球磨中添加浓度为 4.5% 的 90 g 绝干浆试样。盖好球磨盖检查不漏液后开始转动。第一个球磨回转 1200 转，而其它的分别是 3600、4800 和 6000 转（各为 20、60、80 和 100 min）。

在打浆完成后，将球磨内的纸浆悬浮液和瓷球一起倒入一个容器内，拣出瓷球，并将浆料稀释至 1% 的浓度，随后再进行打散、稀释和抄片试验。

7. Aylesford 实验室磨浆机

Aylesford 实验室磨浆机如图 10-1-136 所示。

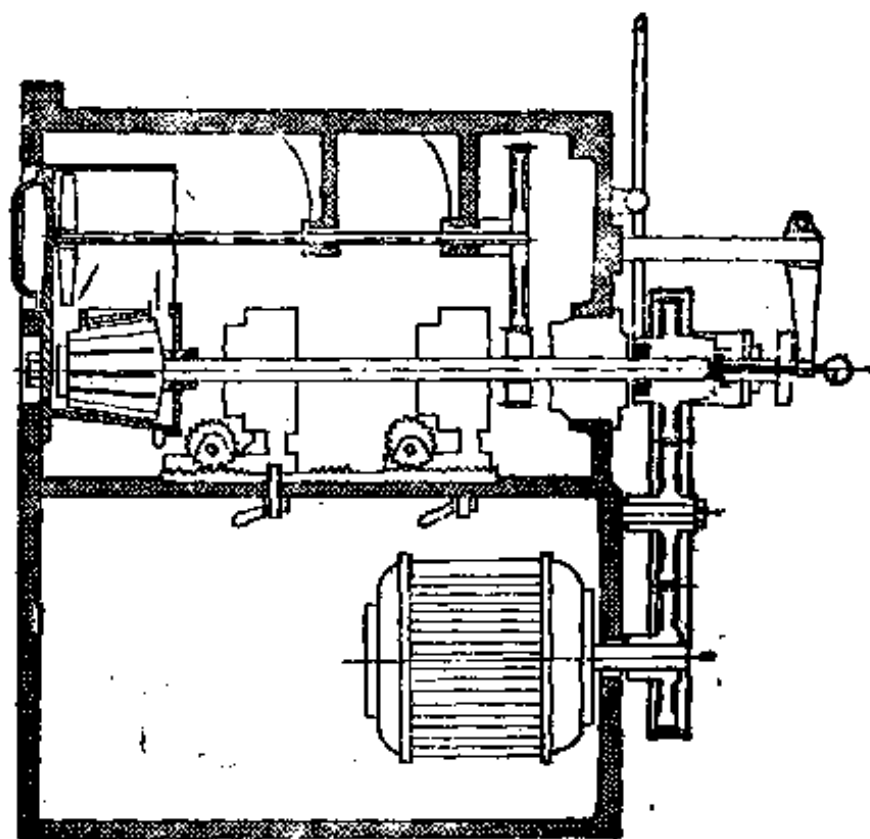


图 10-1-136 Aylesford 实验室磨浆机

带有搅拌器的贮浆槽可以贮存 2L 的浆料。贮浆槽内的浆料可以按图中箭头的方向进入回转的锥形刀辊的底部，随后又返回至贮浆槽，这样反复的循环就进行了打浆作用。

锥形刀辊的上部直径是 11.4cm，并具有 9 把 6mm 宽的刀片。围绕锥形刀辊的外壳(底刀床) 具有 22 把刀片，每一刀片的宽度也为 6mm。锥形刀辊由 745.7W (1hp) 的变速电动机带动，平均圆周线速度为 300 至 555m/min，经常是 300m/min。借助于改变压力或刀齿间距离可以控制打浆的强度。齿间距离在打浆 10min 以后，经常从 1.3mm 降低至工作间距 0.13mm。

8. Mead 式实验室盘磨机

Mead 式实验室盘磨机

如图 10-1-137 所示。

Mead 式实验室盘磨机主要由旋转的磨盘和固定的磨盘组成。每一磨盘的直径为 29cm，其上均有宽度为 1.9cm 的 24 个盘齿。旋转磨盘由电动机带动，其转速为 450r/min。

取 80 g 绝干浆试样稀释至 2 % 的浓度，经分散后装入浆槽内。浆槽内的浆料进入旋转磨盘和固定磨盘之间

进行打浆，随后再通过弯管返回至浆槽中。如此反复循环至规定的时间，这就完成了实验室的打浆操作。

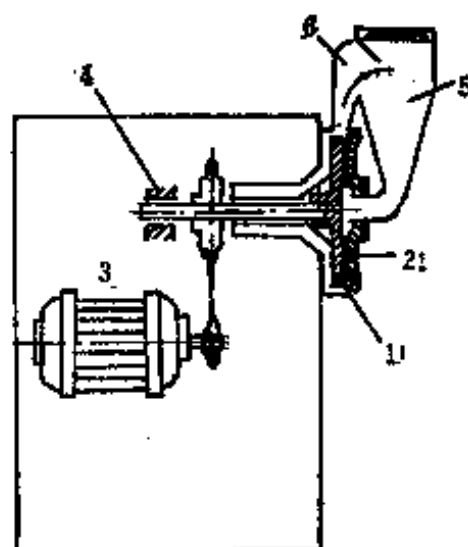


图 10-1-137 Mead 式实验室盘磨机

1—旋转磨盘 2—固定磨盘 3—电动机
4—轴承 5—浆槽 6—弯管

(三) 实验室用抄片器

在一个规定的浆张抄片器中，按规定程序在减压条件下，使纸浆悬浮液在网筛上形成浆片，这一浆片经过干燥后用于测定纸

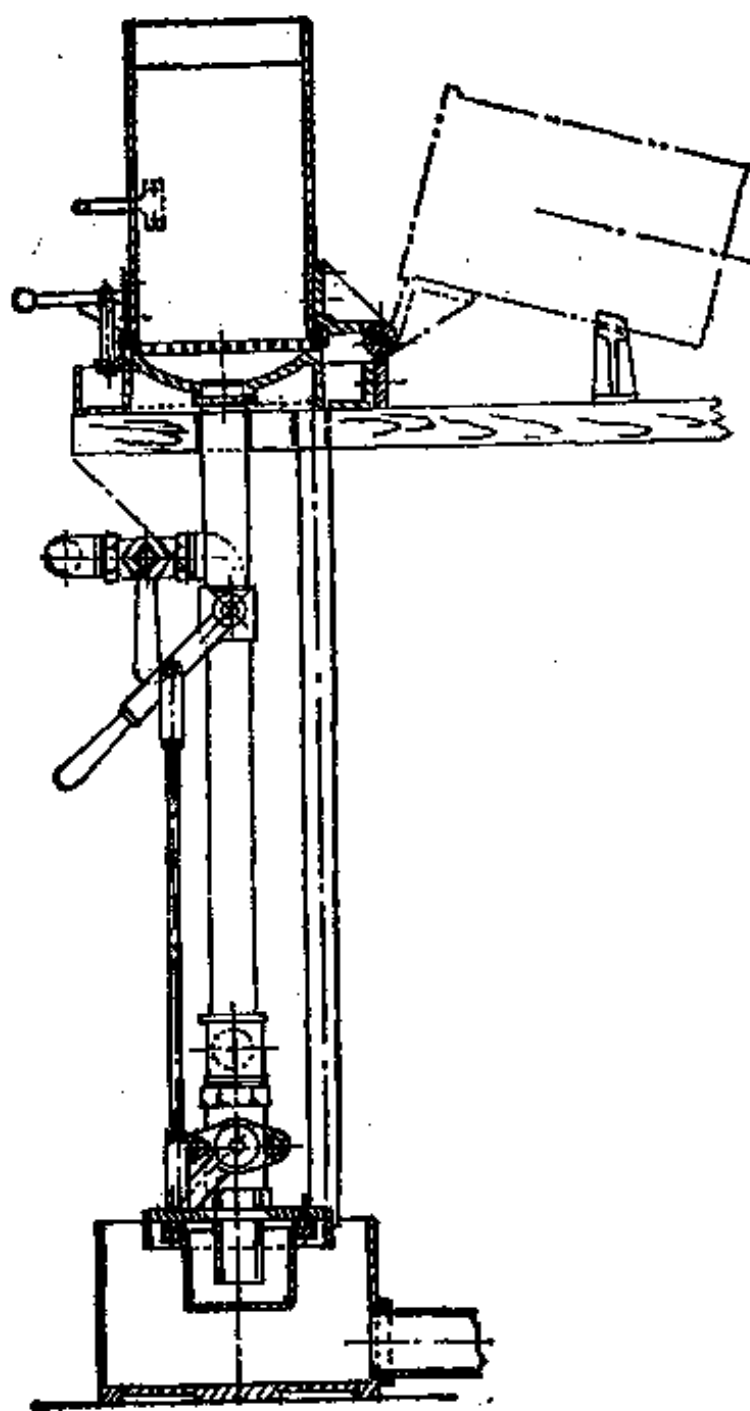


图 10-1-138 抄片器主体设备结构示意图

浆的物理性能。

抄片的方法适用于大多数种类的纸浆,但对于未经切短的棉、麻和类似很长纤维的纸浆是不适宜的。

1. 标准抄片器

标准抄片器 (standard sheet former) 的工作条件是按指定手续在相当于 7.84kPa ($800\text{mmH}_2\text{O}$) 压头减压条件下于筛网上形成一种圆形 (也允许用方形的) 的浆片。

(1) 设备结构

1) 抄片器: 抄片器主要由三部分组成,如图 10-1-137 所示。

① 上部: 为一可倾斜的筒状容器,其高度为 400mm ,内径为 159mm 。

② 下部: 为漏斗形排水罐和排水管。排水罐的形状适于液体均匀地由网面流下,其上部应与筒状容器有同样的截面。漏斗形排水罐的下面接有带阀门的排水管,管的下端有水封,从网顶到水封溢流处的垂直距离为 800mm 。排水管上要接有进水管。

③ 在漏斗形排水罐的顶部内圈有槽沟,用以安放网架,它的直径是 176mm ,厚度为 9.1mm ,其上钻有若干孔眼。在网架上可安置筛网,各国使用的筛网网目不尽相同,有的用 150 目,有的用 100 目。在筒状容器与筛网间装有橡皮垫圈,以防泄漏。

2) 搅拌器: 搅拌器由一个安装于杆的末端的多孔板组成,多孔板用耐腐蚀的硬质材料制成。多孔板的直径约比筒状容器内径小 3mm ,孔眼的直径约为 11mm 。搅拌器的所有边缘需圆滑,避免挂积纤维。

3) 伏压揭纸设备: 有一个伏压辊和伏压板,两者均要求表面光滑。伏压辊可以滚动,由黄铜制成,其直径为 100mm ,长度为 180mm ,重量为 13kg 。伏压板的直径为 171mm ,厚度为 0.51mm 。

伏压标准吸水纸需适应于伏压设备,其面积应比试验浆片大一些。吸水纸是用精制漂白棉浆制成,定量为 250g/m^2 。

4) 压榨和加压设备: 一种压榨设备如图 10-1-139 所示。它

包括盖板 1 和基板 2，由手轮 3 来调节盖板 1 的上下。基板 2 的下面有橡皮膜用以加压。

一种甘油加压设备如图 10-1-140 所示。这种设备的出口可与压榨设备相连，这样从加压设备中产生的压力可通过压榨设备的橡皮膜向基板上加压。

压榨设备和加压设备还可以选用其他的型式。

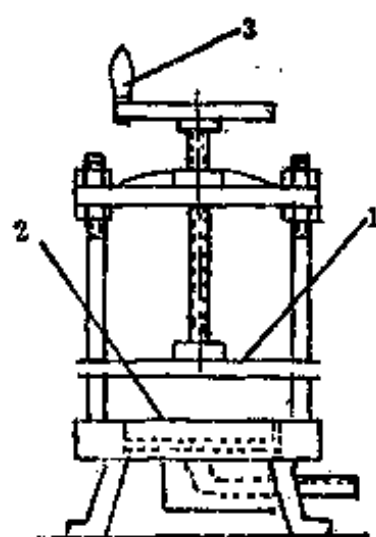


图 10-1-139 一种压榨设备示意图

1—盖板 2—基板 3—手轮

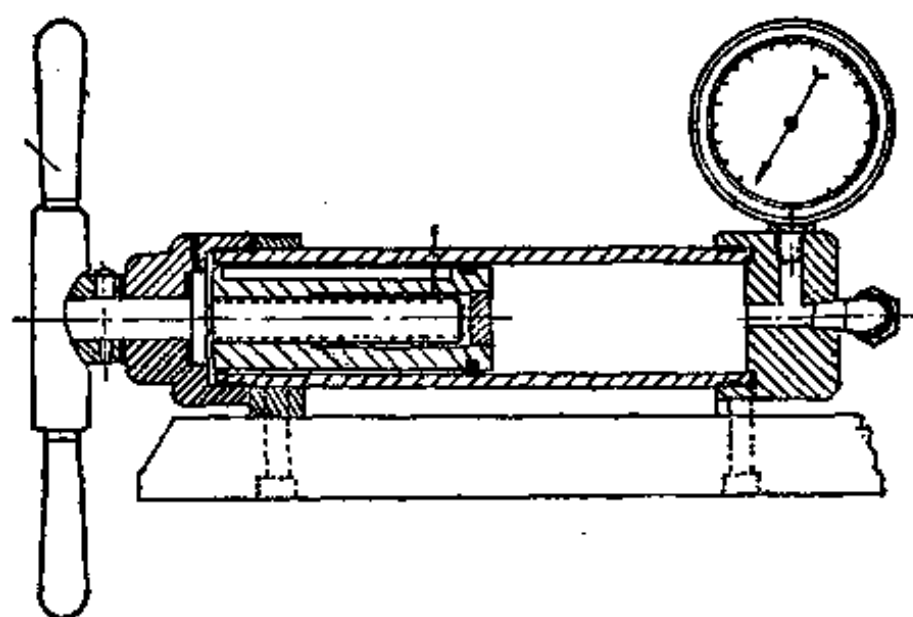


图 10-1-140 一种甘油加压设备示意图

5) 干燥设备：干燥设备包括一个风扇、干燥环（笼屉状）、干燥板（表面光滑的金属板）。

(2) 抄片操作程序

1) 抄片：

① 先将筛网放在网架上，随后将筒状容器固定在网架上。

② 从进水管通入清水进到漏斗形排水罐，使水面上升，直至水面刚好超过筛网，小心地除去靠近筛网的任何空气。

③ 此后加入准确测量过良好混合的一定浓度的浆料悬浮液，其加入量应符合于制备成定量为 $60\text{g}/\text{m}^2$ 的浆片。继续加水稀释至浆料悬浮液在筒状容器内到达网面以上 350mm 时，立即关闭进水阀，此时筒状容器内的浆料浓度约为 $0.17\text{g}/\text{L}$ 。

④ 插入多孔的搅拌器，使其上下移动进行搅拌，至规定时间后，取出搅拌器。

⑤ 随后浆料静置几秒钟后，即浆料悬浮液的表面变得几乎不运动时(已无气泡)，立即打开排水阀，使所有的水排走。

⑥ 当水已离开网面，浆片已在筛网上形成时，在减压条件下滤水一段时间后，随即折开筒状容器。

2) 伏压揭纸：

① 在湿的试验浆片上铺放一张新的吸水纸，随后再放上一张使用过的吸水纸，最后放上伏压板，再用伏压辊小心地在伏压板上来回滚动进行加压。

③ 伏压后，小心地把试验浆片和吸水纸(统称为伏压层)从网面取下，取下时避免不必要的弯曲。

3) 压榨：

① 第一次压榨，首先在压榨机的压板上放上一张吸水纸，将带有试验浆片的伏压层放在吸水纸上，而后在试验浆片上安放一块干燥板，其上面再放上一张吸水纸，随后再将带有试验浆片的伏压层放在这张吸水纸上。

依此类推，待堆至规定的高度以后，其上面再放上一块平的压板，按指定的压力压 5min 。

③ 第二次压榨：揭下原来的湿吸水纸，将湿浆片连同干燥板放于压榨机的压板上(在干燥板与压板之间垫有一张吸水纸)，并将一张新的吸水纸放在浆片上。

依此类推，待堆至规定的高度以后，其上面再放上一块压板，

按指定的压力压 2min。

4) 干燥：将浆片连同干燥板放在干燥环上，用一定重物压上，在标准条件下进行干燥。

在急需的情况下可用风扇进行吹风，否则进行自然干燥。待干燥后揭下浆片，使其在标准条件下平衡后，即可进行测试其各项物理指标。

抄片器的 Tappi 标准和北欧标准的试验方法的比较如表 10-1-71 所示。

表 10-1-71

项 目	Tappi 标准	北 欧 标 准
标准号	TAPPI T205-om-81 T205-os-71	Scan c-26-76
型式	圆形	圆形或方形
抄造定量	60g/m ²	60g/m ²
水位高度	800mm	800mm
网目	150	100
浆料浓度	0.17g/L	0.17g/L
浆料混合后静置时间	5s	10s
压榨 压榨次数 压力 时间 湿纸页位置	2 343kPa(3.5kg/cm ²) 5+2s 吸水纸与干燥板之间	2 392kPa(4.0kg/cm ²) 5+2s 吸水纸与干燥板之间
干燥	纸页连同干燥板放在干燥环上在23℃、RH50%条件下干燥(约束干燥)	纸页连同干燥板放在干燥环上在23℃、RH50%条件下干燥(约束干燥)

2. Frank 抄片器

德国近年来生产的 Frank 95854 型抄片器的特点是安装有三个真空干燥器，并有一个水循环装置作为附属设备。

这种水循环装置安装于一个台桌上，桌面上有一个14L的有机玻璃储水槽，台桌下面有一台0.18kW泵，用于循环水的抽空、循环和输送。在纸页成型过程中，循环水用来稀释浆料。两个探针用来控制水量，当水量不足时，安全装置使该附属设备停止工作。

水循环系统有一个循环水的加热装置，它包括一个温控加热器和可调节冷却水的热交换器。温度范围从高于清水的温度5℃到+60℃，精确度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。加热器只有当循环泵开动以后才能启动。

六、各种浆的打浆

(一)化学木浆的打浆

1. 针叶木浆与阔叶木浆的打浆

针叶木浆的纤维较长，在打浆过程中通常需要切短至0.6~1.5mm，以保证抄得纸张的组织均匀。此外，在打浆过程中，针叶木浆也易于细纤维化，从而增加了成纸的强度。至于纤维很短的针叶木磨木浆，不需要经过打浆处理。

阔叶木纤维与针叶木纤维相比，如杨木、桦木的次生壁外层比针叶木的厚，为此对机械或化学作用的抵抗力较强，打浆时也不容易分丝细纤维化。

对于同一种制浆方法，阔叶木浆比针叶木浆需要打到更高的打浆度，才能取得相近的物理强度，但是阔叶木浆的纤维较短，既要提高其打浆度，而又要尽量避免过多的切短，这是不容易的。因此，对于阔叶木浆一般只进行轻度打浆，以取得不太高的物理强度。一般阔叶木浆不宜单独用来抄造较高质量的纸张，通常与针叶木浆或棉麻浆配合进行抄纸。至于纤维更短的阔叶木磨木浆，当然也不需经过打浆处理。

2. 早材与晚材木浆的打浆比较

在木浆中，早材与晚材的比例不同，也会影响到打浆的性质。晚材细胞壁厚而且硬，初生壁不易被破坏，打浆时纤维容易遭到切短，而吸水润胀和细纤维化比较困难。但早材细胞壁较薄，性质又柔软，打浆时容易分离成单根纤维。

未漂硫酸盐落叶松、马尾松与红松、鱼鳞松的浆料相比，前两者难于打浆，成纸的强度也较差。落叶松、马尾松和红松的纤维壁厚与胞腔直径的比较如表 10-1-72 所示。

表 10-1-72

材 种	早材平均		晚材平均		壁腔比(2W:L)*	
	壁厚(μm)	腔径(μm)	壁厚(μm)	腔径(μm)	早 材	晚 材
落叶松	3.5	33.6	9.3	12.6	0.21	1.48
马尾松	3.8	33.1	8.7	16.6	0.23	1.05
红 松	3.5	27.7	4.3	14.0	0.25	0.61

*注：W——平均细胞壁厚度(μm)，L——平均细胞壁直径(μm)

常见的几个树种的晚材百分率如表 10-1-73 所示。

表 10-1-73

树 种	晚材百分率 (%)
红 松	25
鱼 鳞 松	15
落 叶 松	25~40
马 尾 松	25~30
云 南 松	30~50

落叶松、马尾松硫酸盐浆的打浆所以较困难，成纸强度差，主要是由于落叶松、马尾松的晚材比例大。晚材的纤维细胞初生壁厚、中腔小，次生壁外层结构松弛，次生壁内层厚而紧密，因此纤维显得挺硬，不易变形。在打浆过程中，纤维细胞初生壁虽容易脱落，但次生壁外层却不易打散，这就影响了次生壁中层的

细纤维化。此外，落叶松初生壁和次生壁外层均比鱼鳞松为厚，这也是落叶松纤维不易打浆的重要原因之一。对于这些浆料，在打浆时往往下轻刀不起作用，而下重刀则纤维容易产生大量切短，使纸张强度降低。

为了改善落叶松、马尾松硫酸盐浆的成纸强度，在打浆时宜用逐渐加重的下刀方法，打浆浓度适当增高，打浆时间适当延长，成浆打浆度也可适当提高，这一些均有利于增加纤维间的结合力，提高成纸的物理强度。

3. 硫酸盐木浆和亚硫酸盐木浆的打浆

(1) 硫酸盐木浆的打浆

硫酸盐木浆可分为未漂浆和漂白浆两大类，不同硬度的浆料的质量指标如表 10-1-74 所示。

表 10-1-74

浆 种	硬 度 (贝克度价)	木素 (%)	树脂 (%)	纤维素含量 (%)
硬牛皮浆	133	7.7	0.23	92.1
软牛皮浆	112	4.7	—	—
硬漂白浆	92	3.1	0.20	88.3
软漂白浆	76	1.7	0.19	89.8

未漂硫酸盐硬浆非常强韧，适用于生产水泥袋纸、电缆纸等。这种浆难于打浆，如采用普通浓度（例如 4~6 %）进行打浆，往往需要下重刀进行切短和疏解，但打浆度提高缓慢，纤维也不易细纤维化，而仅能达到表面起毛活化的作用。如采用高浓（例如 20~30 %）打浆，则可适当增加纤维和润胀程度和柔软性，适当地提高成纸的弹性。

未漂硫酸盐软浆的强度也较大，适用于生产电容器纸、电话纸等，其打浆方法可采取轻刀慢打、多次落刀较长时间的方法，打成粘状浆。

(2) 亚硫酸盐木浆的打浆

亚硫酸盐木浆也可分为未漂浆和漂白浆两大类。按其蒸煮浆的硬度可分为硬浆、中等浆和软浆，如表 10-1-75 所示。

表 10-1-75

浆 种	硬度(贝克曼价)	木素含量 (%)	树脂含量 (%)
硬 浆	93以上	7以上	1.3~1.4
中等浆	66~93	3.8~6.2	1.3~1.4
软 浆	66以下	1.9~3.2	1.3~1.4

亚硫酸盐木浆可以适应于不同方式的打浆，既可打成游离状浆料，又可打成高粘状的浆料，以满足各种纸的需要。

对于亚硫酸盐木浆，一些研究者认为，硬浆比软浆容易打浆，这主要是由于硬浆中含有较多的半纤维素，易于吸水润胀，打浆度上升得较快。另外，硬浆中也含有较多的木素，在打浆初期也易于疏解和切短。由于软浆中半纤维素和木素含量均较少，吸水润胀程度较低，打浆度上升得较慢，而下重刀又容易切断纤维，为此所需的打浆时间较长。

就成纸强度来看，相同打浆度的未漂亚硫酸盐浆比漂白浆的强度高。

(3) 两种浆的打浆难易的比较

硫酸盐木浆比亚硫酸盐木浆的打浆速度慢，但能发展至较高的机械强度。一般认为，其原因是残留木素的分布在硫酸盐浆和亚硫酸盐浆中是不同的，硫酸盐浆纤维的木素分布在整個细胞壁中较为均匀，而亚硫酸盐浆纤维的木素分布是集中于纤维的外层的。半纤维素的分布也是相似的，此外，在硫酸盐浆纤维中的纤维素平均聚合度的分布也比亚硫酸盐浆纤维中的较为均匀。

两种浆的纤维的外表面情况比较如表 10-1-76 所示。

这样，在其他条件相同时，硫酸盐木浆纤维比亚硫酸盐木浆纤维在打浆过程中，次生壁外层的破除和外比表面的增长都明显

表 10-1-76

种 类	平均聚合度	木素含量	润胀能力
未漂硫酸盐木浆纤维	较高	较低	较低
未漂亚硫酸盐木浆纤维	较低	较高	较高

的缓慢，从而难于打浆。

此外，硫酸盐木浆的糖尾酸含量较低，而亚硫酸盐木浆的糖尾酸含量较高。糖尾酸含有大量可电离的羧基（为极性集团），能促进打浆作用。总游离羧基含量越高，吸水作用越大，打浆也越容易。

4. 显微镜观察

图 10-1-141 示出一种未经打浆处理的落叶松硫酸盐浆原浆，



图 10-1-141 落叶松硫酸盐原浆 $\times 100$

从图中可以看出，未经打浆的纤维相当光滑，类似棒状，并可清楚地看出纤维上的纹孔。图 10-1-142 为打过浆的红松硫酸盐浆的纤维形态，可明显地看出纤维的切断和外部细纤维化。图 10-1-143

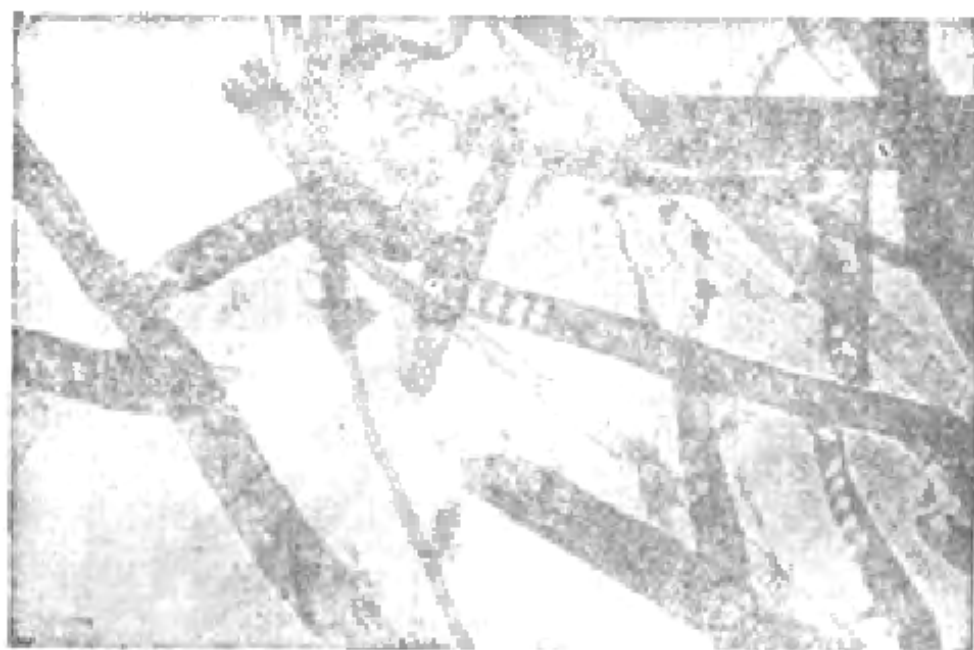


图 10-1-142 打过浆的红松硫酸盐浆×100

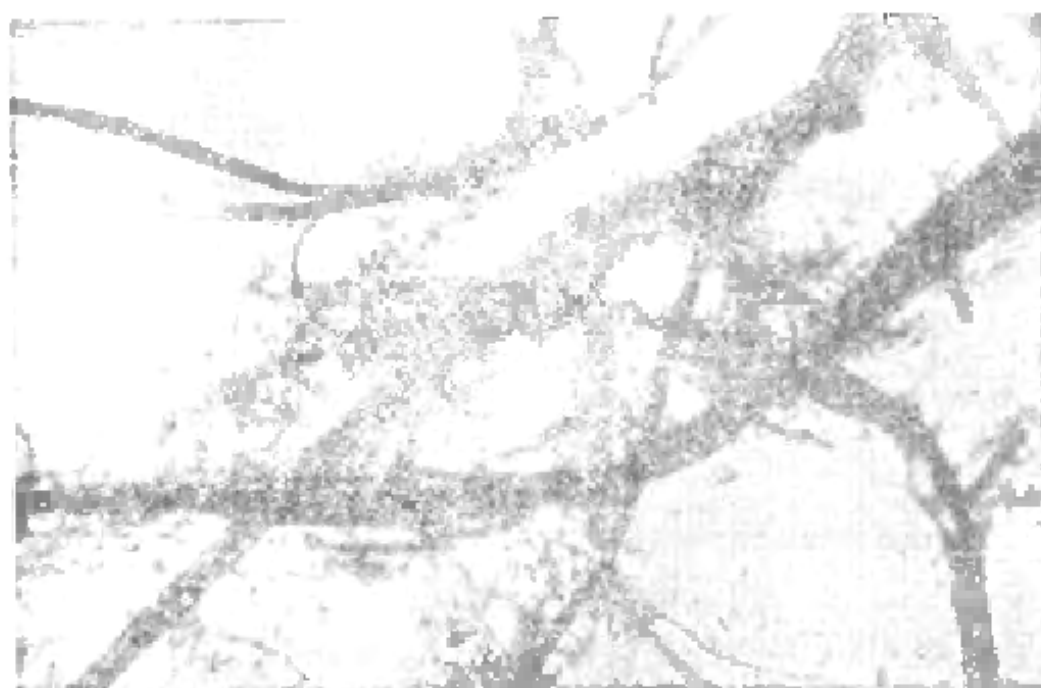


图 10-1-143 高粘状打浆的落叶松硫酸盐浆×100

示出一种高粘度打浆的落叶松硫酸盐浆,从图中也可明显地看出,这种纸料的分丝、细纤维化程度是很高的,并可看出纤维的纵裂情况,图 10-1-144 表示一种细纤维化良好的针叶木纤维,从图中可以看出,有相当数量的细纤维从细胞壁上松弛或分离出来,纤

维的两端亦呈良好的帚化状态，也就是说，经过较温和长时间的打浆后，纤维呈现良好的外部细纤维化。

图 10-1-145 表示经剧烈的机械处理后，木浆纤维沿轴向纵

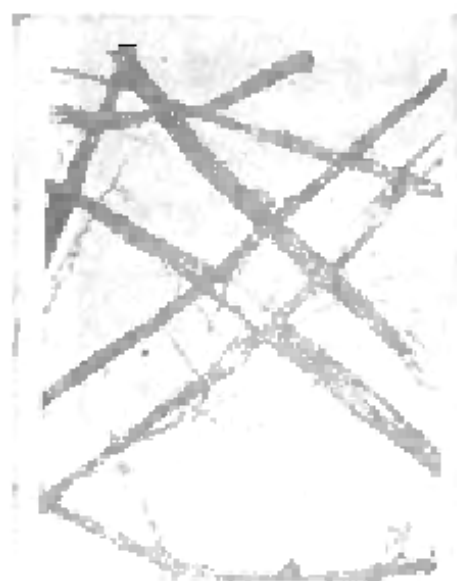


图 10-1-144 良好打浆的针
叶木纤维



图 10-1-145 木浆纤维的纵
向分裂

裂的情况。图 10-1-146 为木浆纤维受横向切断的情况。



图 10-1-146 木浆纤维的横向切断

(二) 草类浆的打浆

草类纤维的主要特点是纤维比较细短、杂细胞含量高、细胞壁厚和胞腔小等。

一般说来，草类浆由于含有较多的半纤维素，打浆时容易吸水润胀，打浆度上升较快，但因细胞壁厚，打浆时较难于分丝细纤维化。其次是草浆中含有大量杂细胞，影响了纤维间的相互结合，降低了成纸的强度，同时也会造成纸料悬浮液在网上的滤水慢，给抄纸带来一定的困难。

1. 稻麦草浆的打浆

(1) 稻麦草浆的打浆特性

稻麦草浆的打浆比木浆难于细纤维化，过去一般认为，这是由于稻麦草纤维的初生壁不易剥落，难于润胀，从而防碍了细纤维化，近来，一些研究者对麦草浆的研究结果表明，麦草纤维的初生壁在打浆开始阶段就很易剥落下来。根据观察，与木浆相比，麦草纤维在打浆过程中难于细纤维化的原因如表 10-1-77 所示。

表 10-1-77

原 因	说 明
粘 结 较 紧 密	麦草纤维次生壁外层和次生壁中层的粘结较紧密，次生壁外层不易除掉
次生壁外层紧紧裹住次生壁中层	麦草纤维的次生壁外层较厚，其细纤维呈交叉螺旋状排列，就象一个套筒一样把次生壁中层紧紧地裹住。次生壁中层的细纤维排列大致与纤维轴向平行，而外层不除掉，中层就难于细纤维化
整个细胞壁较厚	草浆纤维的整个细胞壁较厚，即纤维呈较小空腔的管状，这也是草类纤维难于细纤维化的另一原因

(2) 稻麦草浆在纸张性能上的差别

- ① 在伸长率、不透明度方面，稻草浆胜于麦草浆。
- ② 在抗张强度、耐破度、撕裂度以及紧度等方面，麦草浆胜

于稻草浆。

③ 在滤水性能方面，麦草浆胜于稻草浆。

④ 在湿强度、耐折度以及变形等方面，麦草浆与稻草浆两者相似。

(3) 稻麦草浆的工业打浆

稻麦草浆通常用于生产文化用纸，一般认为，稻麦草浆的打浆以轻度为宜，其理由如表 10-1-78 所示。

表 10-1-78

轻度打浆的理由	说 明
成纸质量要求	从成纸质量来考虑，一般文化用纸如有光纸、凸版印刷纸、书写纸等的主要强度要求是裂断长，对于这项强度指标要求，稻麦草浆在短时间内的打浆即可满足要求
纤维短	稻麦草浆的纤维较短，在打浆过程中不宜再受到过多的切断作用
不易细纤维化	碱法稻麦草浆的半纤维素含量高，很易润胀，但由于纤维结构特点而不易细纤维化，因此，试图通过打浆作用达到细纤维化，这就势必过分损伤纤维长度，降低成纸强度，与此同时，导致浆料的保水值上升，成纸不透明度下降
杂细胞含量高	稻麦草浆的杂细胞含量高，杂细胞在打浆过程中很易破碎，这也是使草浆的打浆度迅速升高的一个重要原因，从而造成在抄纸过程中的滤水困难

根据以上理由，如为了追求稻麦草浆的细纤维化而加重打浆处理是不必要的，这样只会徒然增加打浆动力消耗和降低生产成本，更严重的是，又会导致草浆在抄造过程中滤水不良、粘压榨辊、粘烘缸，使纸页发生断头，直接影响到纸机车速等不良后果。

有的研究者认为，稻麦草浆打浆的主要作用是使纤维润胀，并产生塑性变形，与此同时，应辅以轻度表面活化，也就是说，使纤维表面稍稍起毛，这样就能保证在纸页干燥成形后，纤维之间保持有良好的联结，以保证提高纸页强度。另外，试验结果认为，麦草浆若根本不进行打浆过程，其浆张强度是较低的；但是，只要稍微打浆，使纤维表面稍为活化，浆张强度就能达到较高水

平，可以满足生产一般文化用纸的要求，若继续打浆，强度虽然尚能继续增加，但提高的幅度不大，且动力消耗增加，滤水性能下降。

综上所述，稻麦草浆以轻度打浆为合理，即采用轻下刀短时间的打浆方法。也有少数工厂对于稻麦草浆根本不进行打浆，直接进行抄纸。这一般都是浆料蒸煮得较软，经漂白、筛选和泵送等过程，纤维已经受到一定程度的疏解和水化，打浆度有了一定的提高。但是，采用这种方法，由于纤维的初生壁不能大量去除，小纤维束不能彻底梳解开，为此，成纸强度不如打浆后的高，另外也易造成纸张匀度不好和平滑度不良等纸病。

(4) 显微镜观察

图 10-1-147 表示出未经打浆的麦秆硫酸盐浆全态，从中可以

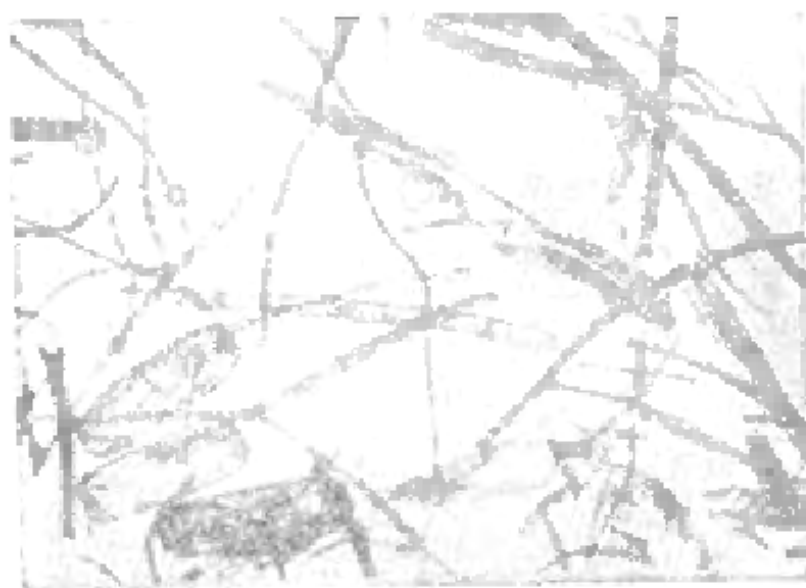


图 10-1-147 麦秆硫酸盐浆原浆全态 $\times 90$

看出厚壁细胞、薄壁细胞以及表皮细胞。图 10-1-148 示出经球磨处理 3000 转后，打浆度达到 29°SR 的纤维形态图，如图示，初生壁脱落，纤维显得光滑，而纤维形态变化不大，外部细纤维化并不明显。图 10-1-149 示出经球磨磨浆进行 22 万转，打浆度已达 95°SR 的麦秆硫酸盐浆的纤维形态。从图可以看出，纤维的外部细纤维化发展得很好，但此时纤维已被切得相当短，在显微镜视野内很

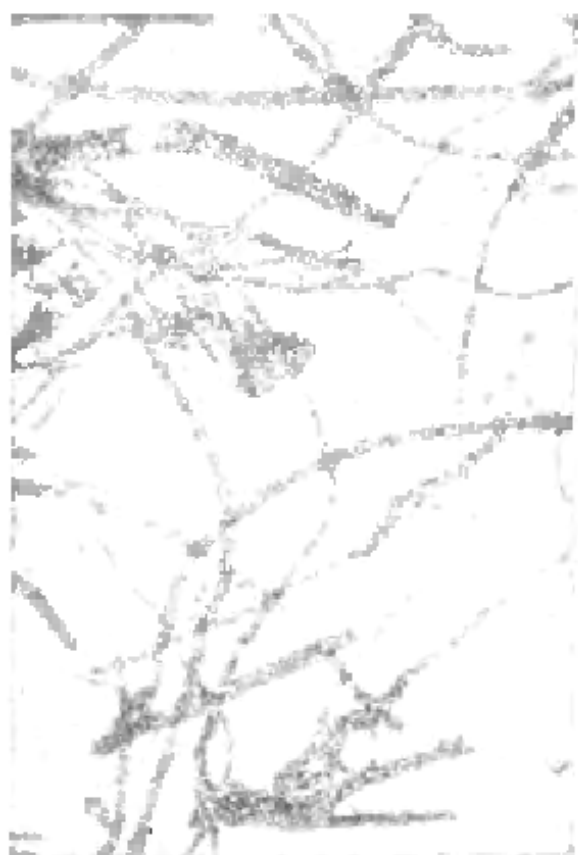


图 10-1-143 麦秆硫酸盐浆29°SR ×90



图 10-1-149 麦秆硫酸盐浆95°SR ×90

难找到完整的纤维。用打浆到这种程度的麦草浆来抄纸，显然是不适宜的。在这种情况下，纤维已遭到严重损伤，成纸的强度极低，而且纸料太粘，滤水性能极差。

2. 芦苇浆的打浆

(1) 芦苇浆的打浆特性

芦苇与云杉的细胞壁比较如表 10-1-79 所示。

表 10-1-79

细 胞 壁	芦苇甲		芦苇乙		云 杉	
	厚(μm)	%	厚(μm)	%	厚(μm)	%
复合胞间层mi+初 生壁P	0.07	11.9	0.07	7.8	0.05~0.1	10.2
次生壁S ₁	0.3~0.5	31.2	0.2~0.3	16.6	0.15~0.2	9.9
次生壁S ₁ -次生壁S ₂	—	—	0.8~1.4	54.7	—	—
次生壁S ₂	0.7~1.0	48.2	—	—	0.7~2.0	7.5~9
次生壁S ₁ -次生壁S ₂	—	—	0.4~0.6	16.3	—	—
次生壁S ₂	0.2~0.3	8.7	0.15~0.2	4.6	0.1	4.0

从上表可以看出，芦苇纤维次生壁 S₁ 比云杉的厚，因此苇浆的打浆比较困难。另外，芦苇纤维次生壁 S₁ 层的细纤维呈横向交叉螺旋形，束缚了细纤维化的发生，次生壁 S₂ 的异向性大，也不容易打浆。

在苇浆打浆时，打浆度的增长在很大程度上是由于薄壁细胞的破裂。纤维次生壁 S₂ 层的纵裂只在 70~80°SR 以上才大量出现，这也说明苇浆不易打浆，从而对一般文化用纸以轻度打浆或疏解为宜。但是，对于酸法苇浆或中性盐苇浆，由于苇膜和外表皮膜在蒸煮过程中难于分解，常呈片状或与其他细胞结成束状而存留于纸浆中，如不适当打浆，则影响成纸的质量。

另外，因酸法苇浆含有较多的半纤维素，在打浆时容易润胀水化，但纤维多呈圆柱状，表面光滑，显得僵硬，纤维间接触面较小，成纸发脆而强度低。对于酸法苇浆，用钢刀打浆机进行打浆，轻刀往往不起作用，重刀又会造成纤维的强烈切断，工艺条件不好掌握。而经过不断改进，采用了石刀打浆机、 $\phi 1250$ 圆盘磨浆机、石刀圆柱磨浆机等，用较小的打浆压力，减少对纤维的切断作用，增大摩擦压溃作用，这对去除初生壁，对纤维分丝细纤维化有一定的效果，适宜于酸法苇浆的打浆。

芦苇组织疏松，木素含量低，在蒸煮过程中不宜蒸煮过软，否则对半纤维素和纤维素都有损害。可适当提高纸浆的硬度，适当增大打浆的浓度，降低打浆比压，以增加打浆对浆料的研磨作用，减少对纤维的切断作用。成浆打浆度低，增加了浆料的滤水性，有利于纸机的抄造。如果用 100% 的亚硫酸盐苇浆抄造凸版印刷纸，圆盘磨浆机的出口浆料打浆度可控制在 $34\sim 42^{\circ}\text{SR}$ 左右。

(2) 显微镜观察

用普通显微镜可以观察到芦苇亚硫酸盐浆形态的变化。图 10-1-150 示出未经打浆处理的芦苇亚硫酸盐浆的全态，从中可以看出纤维、薄壁细胞和表皮细胞等。图 10-1-151 示出用圆盘磨浆



图 10-1-150 芦苇亚硫酸盐
浆原浆全态 $\times 90$

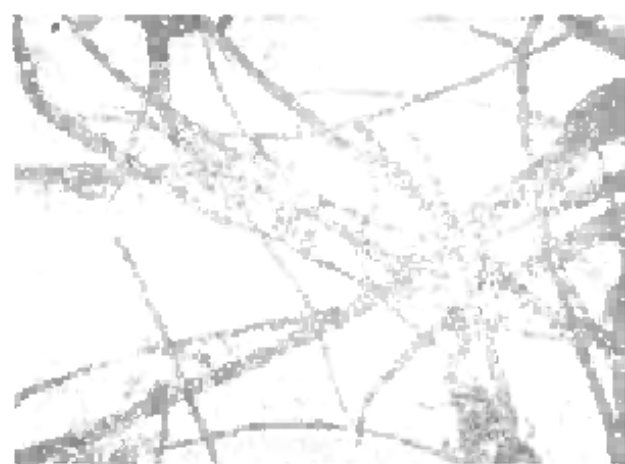


图 10-1-151 芦苇亚硫酸盐
浆 $32^{\circ}\text{SR} \times 90$

机打浆到 32°SR 的纤维形态图，从中可以看出纤维有压溃、变形情况，而细纤维化较少。图 10-1-152 示出用打浆机(玄武岩的刀辊和底刀)打浆达到打浆度 40°SR 的纤维形态图，从中可以看出纤维有较强烈的压溃和变形情况，而细纤维化情况仍较少。

3. 竹浆的打浆

(1) 竹浆的打浆特性

竹浆的纤维形态介于针叶木纤维和阔叶木纤维之间，因此竹浆的打浆要求比较接近于针叶木浆。



图 10-1-152 芦苇亚硫酸盐浆40°SR × 90

另一说法是，就硫酸盐竹浆的化学组成来说，其半纤维素含量非常接近于阔叶木，而且半纤维素的组分又如同阔叶木一样主要是聚木糖。因此，硫酸盐竹浆的打浆很接近于阔叶木硫酸盐浆。

此外，在打浆过程中，竹浆比木浆的打浆度上升得快，对切断的敏感性低，如同 10-1-153 所示。

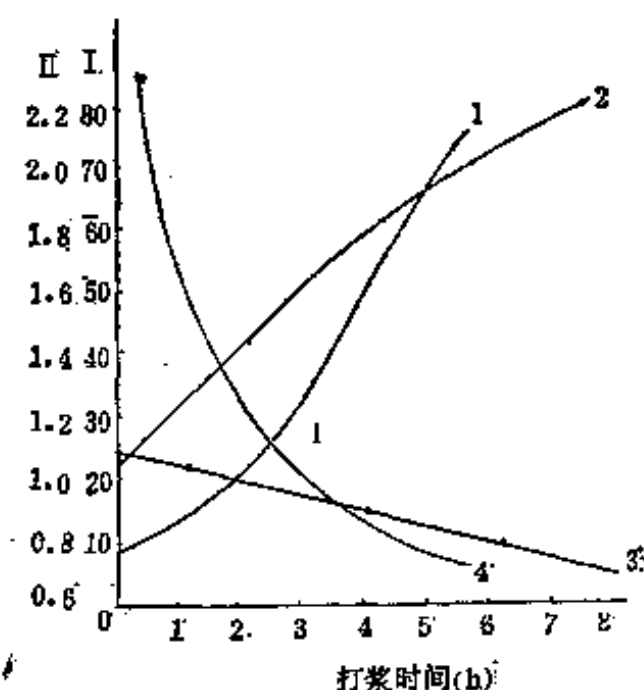


图 10-1-153 纤维长度与打浆度的曲线图

I — 打浆度 °SR I — 纤维长度, mm 1 — 木浆打浆度上升曲线
 2 — 竹浆打浆度上升曲线 3 — 木浆纤维平均长度下降曲线
 4 — 竹浆纤维平均长度下降曲线

(2) 竹浆的实验室打浆

关于漂白硫酸盐竹浆的分级和用实验室瓦赖打浆机进行打浆对纸浆强度性质的发展如表 10-1-80 所示。

表 10-1-80

项 目	全竹浆		停留于 20目		通过20目 停留于30目		通过50目 停留于65目		通过65目 停留于 125目		通过 125 目
游离度, (ml, CSF)	680	250	700	250	670	150	610	250	560	250	340
打浆时间, (min)	0	42	0	50	0	47	0	37	0	28	—
裂断长, (km)	2.67	5.82	2.21	7.41	2.38	6.81	2.00	6.15	1.82	5.15	1.71
耐破因子	14.2	45.5	12.9	58.3	13.4	47.4	12.0	46.4	10.5	39.9	9.6
撕裂因子	129.7	83.7	149.6	118.0	111.0	93.9	81.3	67.9	63.0	55.0	30.0
耐折度 (双次)	6	89	4	560	5	190	4	61	3	54	2

从上表可以看出, 在未打浆的情况下, 由于细小纤维的存在, 全竹浆的几乎各项强度指标均高于任何单一的竹浆成分。但在打浆以后, 停留在 20 目上的竹浆组分具有最高的各项强度。

关于硫酸盐竹浆用实验瓦赖打浆机进行打浆对纸浆强度性质的的发展如表 10-1-81 所示。

表 10-1-81

项 目	经过干燥的浆料						未经干燥的液体浆					
初始游离度 (ml, CSF)	670	670	670	670	670	670	660	660	660	660	660	660
最终游离度 (ml, CSF)	670	550	450	350	250	150	660	550	450	350	250	150
打浆时间 (min)	0	13	19	29	38	46	0	13	21	29	37	48
裂断长(km)	3.23	4.55	4.69	5.74	6.37	6.00	3.50	4.97	5.74	6.10	6.07	5.90
耐破因子	10.9	19.1	30.4	33.5	34.1	33.5	21.9	31.2	37.0	38.0	38.7	34.5
撕裂因子	123	120	119	110	100	61.8	148	114	96.0	80.2	76.0	67.3
耐折度 (双次)	2	14	18	29	54	113	11	24	64	51	71	102

从上表可以看出, 裂断长和耐破因子随打浆至 250ml CSF 而增加, 然后开始下降。撕裂因子随打浆时间的增加而逐渐下降。

耐折度随打浆时间的增加而逐渐提高。

(3) 竹浆的工业打浆

为了使纤维更好地细纤维化，硫酸盐竹浆的打浆宜选用轻刀细磨或逐步下刀的方式。

我国用竹浆生产纸袋纸、书写纸和打字纸的一些纸厂，在打浆实践中都注意到竹浆纤维的不太长，细胞壁厚又挺硬的这一特点。例如，某厂用硫酸盐竹浆生产纸袋纸，采用高浓细磨的打浆方式，某厂用漂白硫酸盐浆生产打字纸，采用轻、中、重逐步下刀的打浆方式。

4. 龙须草浆的打浆

(1) 龙须草浆的实验室打浆

龙须草先用硫酸盐法进行蒸煮制得硫酸盐浆，再用实验室单球磨进行打浆试验，单球磨的转数为 250r/min。

龙须草浆在打浆过程中的物理强度的变化如表 10-1-82 所示。

表 10-1-82

测定项目 \ 转数 (万次)	疏解 15min	0.5	0.7	0.9	1.1	4.0	5.0	10	30	160
打浆度(°SR)	13	29	32	38	43	60	65	76	90	92
定量(g/m ²)	81.9	75.6	79.9	76.4	81.4	80.2	81.0	81.0	81.0	80.0
裂断长(m)	1680	6460	5860	6060	7090	7110	7750	8000	8540	7990
紧度(g/m ³)	0.41	0.54	0.57	0.51	0.55	0.58	0.62	0.62	0.65	0.78
耐破度(kgf/cm ²)	0.66	3.63	3.7	3.9	4.1	4.6	4.3	4.6	4.8	5.0
耐破因子	8.1	48	46.3	51.0	50.4	57.4	53.1	56.8	59	63
撕裂度(gf)	84	123	119	120	150	116	117	103	89	53
撕裂因子	102.6	162.7	148.9	157.1	147.4	143.4	144.4	127.4	110	68
耐折度(双次)	3	664	883	948	1164	1295	1331	1348	1744	1620

$$1\text{kgf/cm}^2 = 9.80665 \times 10^4 \text{Pa}, 1\text{gf} = 9.80665\text{mN}$$

在打浆过程中，龙须草浆的打浆度和纤维长宽度的变化如表 10-1-83 所示

表 10-1-83

测定项目 \ 转数(万次)	0.7	0.9	1.1	5.0	10	160
打浆度 ($^{\circ}\text{SR}$)	32	38	43	65	76	92
纤维长度 (mm)	1.85	—	1.72	1.51	1.48	1.45
纤维宽度 (μm)	10.1	10.7	—	10.7	10.3	11.2

实验室打浆试验的结果说明:

① 龙须草浆也难于细纤维化;

② 龙须草浆适宜于轻度打浆,但是也适于打至较高的打浆度 ($80\sim 90^{\circ}\text{SR}$),然后再与其他纤维配用抄造各种纸张。

③ 龙须草浆的杂细胞不易破碎,从而打浆度的上升较平稳。

(2) 龙须草浆的工业打浆

龙须草纤维细长,强度好,是草类纤维中较好的一种造纸原料。龙须草浆在工业上应根据不同的纸种、浆料配比和抄纸工艺设备条件,采用相适应的打浆条件。

某厂对硫酸盐法龙须草浆进行打浆,打浆设备使用伏特式打浆机,采用薄底刀、一次下重刀的打浆方法,其打浆结果如表 10-1-84 所示。

表 10-1-84

项 目	打 浆 时 间 (小时:分)				
	0:0	1:00	1:25	1:50	2:10
打浆度 ($^{\circ}\text{SR}$)	22	39	48	57	65.5
纤维平均长度, (mm)	1.54	1.29	1.15	1.05	0.98
成纸裂断长, (m)	—	2418	2806	3258	—

5. 甘蔗渣浆的打浆

由于甘蔗渣浆具有纤维短、杂细胞多等特点,为此其打浆方法也以轻度打浆为宜。过度的打浆将会引起杂细胞的过多破裂,

从而造成纸料悬浮液的滤水困难，并使成纸的不透明度降低。有些纸厂对甘蔗渣浆采取适当降低打浆度的打浆方法，以改善其抄造性能。

(三) 棉麻浆的打浆

1. 棉浆的打浆

(1) 棉纤维的特征

棉纤维与其他纤维的区别在于棉纤维的纤维较长，平均纤维长度为 30~40mm(一道棉短绒为18mm 左右)，宽约 20~30 μ m，长宽比为 100~150。棉纤维的细胞壁较薄，胞腔较大，纤维扭曲呈带状，不成熟的棉纤维没有扭曲现象。棉纤维的细胞壁平滑无横节纹或其它纹道。

棉浆纤维与麻浆纤维相比，前者的纤维细胞壁的细节纤维与纤维主轴的夹角大一些，也呈螺旋交叉排列。因此，棉浆纤维打浆时，要比麻浆纤维发生润胀和纵向分裂细纤维化困难一些。

(2) 棉浆的工业打浆

棉浆的打浆比较复杂。由于原料种类、备料处理、制浆方法不同以及纤维长度相差悬殊等，因此打浆方法亦不尽相同。一般来说，棉浆的打浆分为半料打浆和成浆打浆两个阶段进行。

① 半料打浆：半料打浆是将蒸煮过的浆料先行切断，其作用如表 10-1-85 所示。

表 10-1-85

作 用	说 明
适应洗涤等需要	由于棉浆的纤维太长，需经过切断使其能够适应洗涤、筛选、除渣和漂白的需要
便于输送	便于浆料的输送和贮存，防止堵塞浆泵等事故发生
为成浆打浆作准备	棉浆首先打成半料浆，其纤维长度为3mm左右，这就为成浆的打浆作好准备

一般半浆打浆多采用半浆打浆机，这种打浆机与成浆打浆机相比较具有容积大、飞刀辊重、飞刀底刀片数少、线速度低等特点，使其便于切断纤维。有些工厂为了增加切断能力采用薄底刀以增大打浆比压的方法，一般薄底刀的厚度为 6~8mm，刀口厚度刨成 3~4mm。近年来，还有的工厂采用圆柱磨浆机和双盘磨等打浆设备与半浆打浆机串联使用，为棉浆半料打浆连续化进行了尝试。

半料打浆应采用游离状打浆的方式，以切断为主。但为了保证打浆设备的安全运行，开始时应先进行适当的疏解，待团状物减少后再行重刀打浆直至半料打浆终止。半料浆的纤维长度为 2mm 左右。

② 成浆打浆：棉浆半料浆的纤维长度为 2mm 左右，要适于抄造各种纸张还必须根据纸张的要求进行成浆打浆。由于棉纤维比麻纤维不易润胀和纵向分裂细纤维化，因此比较适于游离状打浆。至于具体的打浆工艺则必须根据纸张品种的要求和配用的比例、分别打浆还是混合打浆等情况来决定。

在生产特种纸时，棉浆也可根据纸张特性的要求采用较小的比压和较长时间的打浆而获得粘状浆。

棉浆的成浆打浆的设备种类很多，传统的槽式打浆机仍占相当的比重。近年来，也有不少工厂采用了圆柱磨浆机和双盘磨等连续打浆设备，这也能满足多种纸张的要求。

用棉浆生产一些纸张的成浆打浆的质量要求如表 10-1-86 所示

表 10-1-86

纸 种	定量(g/m ²)	成浆打浆度(°SR)	纤维平均长度,(mm)
高档生活用纸	18	60	1.1左右
低档生活用纸	24	50	1.0左右
书写纸(配用)	80	35	0.8~0.9
书皮纸(配用)	100	40	0.9~1.0
胶版印刷纸(配用)	80	35	0.8~0.9

示。

用旧鞋或破布生产油毡厚纸、炸药包装纸等多采用生打浆一次成浆的打浆方法，即原料不经蒸煮直接投入半浆打浆机中洗打一次成浆，而不再经过成浆机打浆，这也能满足纸张质量的要求，但是这种方法对打浆机的磨损较大。

(3) 显微镜观察

用普通显微镜可以观察到棉浆打浆的形态变化。图

10-1-154 示出未经打浆的棉浆全态，从中可以看出纤维有些扭曲，并且表面光滑。

图 10-1-155 示出用打浆机打到 40°SR 的纤维形态图，

从中可以看出纤维有压溃、分裂等情况，而细纤维化较少。

图 10-1-156 示出用打浆机打浆达到 60°SR 的纤维形态图，

从中可以看出纤维有较强烈的压溃、分裂、扭曲等情况，但细纤维化仍

较少。

2. 麻浆的打浆

麻浆主要是用亚麻、大麻和苧麻等的废旧制品（如麻袋、绳头、旧麻布等）制成。

(1) 麻浆的特点

① 麻纤维次生壁中细纤维与纤维轴向近于平行排

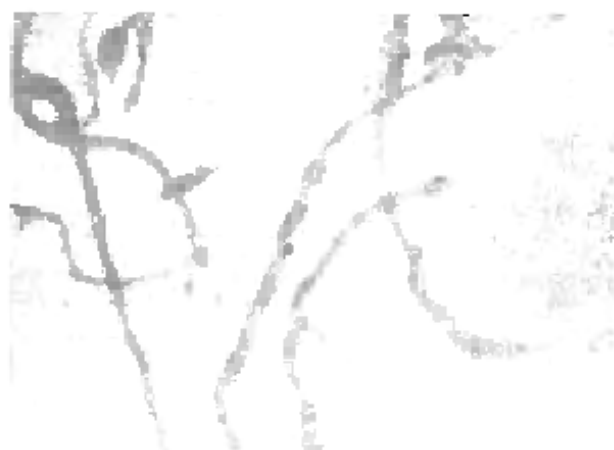


图 10-1-154 棉浆原浆全态 $\times 90$



图 10-1-155 棉浆 40°SR $\times 90$

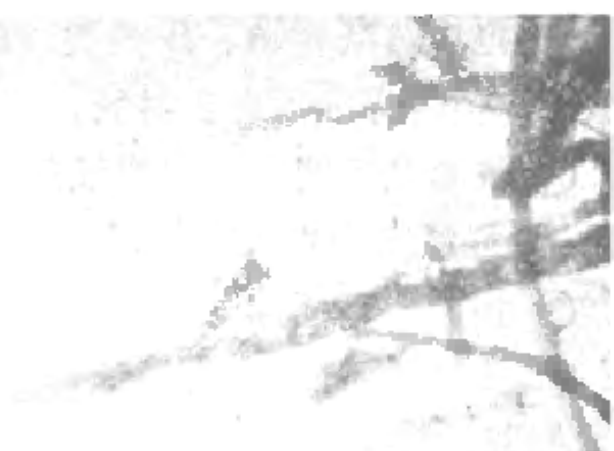


图 10-1-156 棉浆 60°SR $\times 90$

列，并含有部分半纤维素和果胶，因此打浆时易吸水润胀、纵向分裂和细纤维化。

② 麻浆易于打成粘状浆，成纸的纤维结合力好，强度高，紧度大，适于抄造高级薄型纸。

③ 麻浆抄成的纸在燃烧时无气味，为此特别适用于抄造卷烟纸。

(2) 麻浆的工业打浆

麻浆的打浆方式与棉浆相似，一般先打半浆，即在半浆打浆机中先下重刀，等到纤维被切至适当长度后，再在成浆打浆机或圆柱磨浆机中打至成浆，即将纤维适当的分裂和细纤维化。

成浆的打浆度根据纸张品种的要求而定。

七、各种纸的打浆

(一) 高粘状打浆的纸种的打浆

1. 电容器纸

(1) 电容器纸的特点

电容器纸的特点是纸薄、强度好，并要求电气绝缘性良好，为此对于电容器纸的生产则要求浆板（或湿浆）、生产用水以及在生产过程中与纸料接触的设备部分都具有绝缘性。

(2) 电容器纸的分类

① 电容器纸分 A、B 两类，A 类主要用于金属化纸介电容器纸，B 类为标准型电容器纸。

② 按紧度不同，电容器纸分 I 型和 II 型；I 型紧度为 $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ ，II 型紧度为 $1.20\text{g}/\text{cm}^3$ 。

③ 按品质不同，电容器纸分一等品和二等品。

④ 按厚度不同，电容器纸可分为：

A-II，计 4、5、6、7、8、10、12、15、17 μm 等 9 种；

B-I，计 10、12、15 μm 等 3 种；

B-II, 计 8、10、12、15、17、20、22 μm 等 7 种。

(3) 原料

生产电容器纸一般使用以冷杉和云杉制造的硫酸盐高纯绝缘浆。在电容器纸的整个生产过程中不加任何辅料和填料, 回抄损纸的配比则根据各工厂生产的品种和成品质量要求而定。

(4) 打浆设备

目前国内用于生产电容器纸的打浆设备有槽式打浆机、圆柱磨浆机等, 这些设备均采用玄武岩的刀辊和底刀。

一些工厂生产电容器纸大多采用槽式打浆机, 而有些工厂则配有槽式打浆机和圆柱磨浆机两个打浆系统, 成浆后进行混合。

生产电容器纸时, 在纸机前应装有匀整用的锥形磨浆机, 以使上纸机前的纸料得到进一步的匀整。在生产 6 μm 以下的电容器纸时, 纸机前的纸料得到匀整尤为重要。

(5) 打浆要求

打过浆的电容器纸浆的纤维要求细纤维化程度高, 切断较少, 均一性良好。电容器纸浆通常采用长纤维粘状打浆的方法, 实际上在生产过程中多采用多次落刀、轻刀摩擦的操作。一般原浆打浆度为 14°SR, 成浆打浆度要求为 92~96°SR, 纤维平均长度为 0.9~1.1mm。

电容器纸纸浆, 打浆过程对成纸的使用性能的影响极大, 其打浆过程大体可分为三个阶段:

① 第一阶段不下刀, 仅使纸浆充分润胀, 为破坏纤维初生壁和次生壁外层以致对纤维的细纤维化创造条件。这一阶段的纸浆打浆度大体由 14°SR 增至 19°SR。如使用干浆板及硬度大的纸浆, 这一阶段的时间可以长一些, 而使用湿浆及硬度小的纸浆, 这一阶段的时间可以短一些。

② 第二阶段为分次下刀, 使纸浆的打浆度和保水值同时上升。在这一阶段中主要对纤维进行润胀、细纤维化和适当的切断。

③ 第三阶段是调整打浆度, 不再下刀, 直至打浆度达到要

求。

(6) 打浆实例

1) 实例一:

① 原料: 用 100% 高纯绝缘浆板生产 B-II $10\mu\text{m}$ 的电容器纸。

② 打浆设备: 用玄武岩的飞刀和底刀的华格纳打浆机进行打浆。

③ 打浆实测数据: 打浆实测数据如表 10-1-87 所示。

表 10-1-87

下刀情况	时 间	落刀转数	电流安培 (A)	纸料流速 (m/s)	打浆度 (°SR)	打浆浓度 (%)	打浆温度 (°C)
未下刀	20min	—	—	—	14	—	25
下第一次刀	2h	$\frac{1}{2}$	61	20.4	19	—	31
下第二次刀	2h	$\frac{1}{4}$	68	22.0	31	—	37
下第三次刀	1h	$\frac{1}{2}$	78	24.0	49	4.8	40
下第四次刀	1h	$\frac{1}{2}$	90	22.5	63	4.7	42
下第五次刀	2h	$\frac{1}{4}$	92	17.0	84	4.5	45
	2h	—	95	10.0	94	4.5	45
	1h	—	88	9.5	94.9	4.4	50
	1h	—	85	11.0	95.8	4.4	50
	30min	—	—	—	96	—	—

打浆总时间为 12.8h, 成浆打浆度为 96°SR 。

2) 实例二:

① 原料: 用 100% 高纯绝缘浆板生产 B-I $10\mu\text{m}$ 的电容器纸。

② 打浆设备: 用华格纳打浆机和 100 型圆柱磨浆机分别进行打浆。

③ 打浆情况: 高纯绝缘浆板首先用水力碎浆机碎解后进入高浓浆池, 然后把一部分浆料送至华格纳打浆机, 打浆条件与实例 I 相似。

另一部分浆料送至循环浆池, 再用浆泵送至两台串联圆柱磨

浆机后再返回至循环浆池，直至打至成浆为止。

用两台串联的 100 型圆柱磨浆机（装料 400kg 风干浆）进行打浆的电流实测数据如下：

空运转 $\xrightarrow{7\text{min}}$ 90 A $\xrightarrow{1\text{h}}$ 95 A $\xrightarrow{1\text{h}}$ 100 A $\xrightarrow{1\text{h}}$ 105 A \rightarrow

成浆。

打浆总时间为 7~8h，成浆打浆度为 95°SR。

④ 配浆情况：圆柱磨浆机浆 40~50%，打浆机浆 40%，损纸浆 10~20%，混合均匀后一起送去抄纸。

2. 描图纸

描图纸是用于供墨汁描图后晒印图纸的工业用纸，定量为 $50 \pm 2.5\text{g/m}^2$ 。

(1) 质量要求

① 透明性好：描图纸要有良好、均匀和清晰的透明性，才能将底图上的线条用墨汁描绘成正式图纸。

② 物理强度要求高：描图纸描成正式图纸后，在多次晒图过程中，如纸张强度不好就容易破碎，而且正式图纸还有长期保存存档的要求。

③ 要求有耐磨、耐擦和耐刮等性能，纸张外观呈毛玻璃状。

④ 尘埃要求严格，因为尘埃会造成图纸的误差。

(2) 原料

描图纸通常采用 100% 漂白亚硫酸盐针叶木浆抄成。从透明性要求高的角度，一般要求纸浆的半纤维素含量稍高一些。漂白亚硫酸盐木浆与漂白硫酸盐木浆相比，前者透明性较高，但物理强度稍低，实际上，使用这两种浆均可生产出描图纸。

描图纸不加填料，而添加氧化淀粉和硬脂酸皂等。添加氧化淀粉的目的在于增强纤维之间的结合力，并使纸张更富有挺性、具有良好的耐刮、耐擦和耐折性能。添加硬脂酸皂不仅能满足施胶度的要求，并且有助于降低纸张的脆性以及增加纸张的柔韧性。

(3) 打浆的要求和特点

为了保证较高的物理强度和良好的透明性,对于描图纸的打浆应采用粘状打浆的方式,一般打浆至打浆度为 $90\sim 94^{\circ}\text{SR}$ 。对成浆纤维的要求是,纵裂细纤维化情况要好,水化程度要高,柔软而具有较高的可塑性与良好的结合力。

(4) 打浆方法

对于描图纸的打浆,一种在打浆机中的具体作法是,采取较大浓度多次落刀、逐步加重落刀程度的打浆方法。为使打浆效率高,回浆少,在控制打浆浓度的同时,也可适当地逐步加水降低打浆浓度以保持适当的纸料流速。

(5) 打浆实例

用 100%漂白亚硫酸盐针叶木浆生产定量为 $50\text{g}/\text{m}^2$ 的描图纸。

打浆设备选用 5m^3 的伏特式打浆机(飞刀和底刀均为玄武岩的)。打浆方式采用分段落刀,由轻刀至重刀。

打浆工艺条件如表 10-1-88 所示。

表 10-1-88

装浆量(kg)	240
打浆浓度(%)	4.7~5.0
打浆时间(时:分)	15:20~15:40
成浆打浆度($^{\circ}\text{SR}$)	90~93
纤维平均长度(mm)	1.2~1.3

表 10-1-89

辅 料	添加量(对浆重)	添 加 时 间
碱性湖蓝	0.166%	装浆时加入打浆机
硬脂酸铵	1%	放浆前40min加入打浆机
氧化淀粉	2%	放浆前25min加入打浆机
硫酸铝	5~6%	放浆前10min加入打浆机

在打浆过程中,辅料的添加量和添加时间如表 10-1-89 所示。

3. 拷贝纸

拷贝纸是一种双面光的薄型高级纸,它的用途是复写、打字、包装贵重物品和仪器等,也可供中性包装的特殊用途。拷贝纸的定量为 15、17、19g/m²。

(1) 质量要求

- ① 纸张的纤维组织要均匀,匀度好,纸质柔软细腻。
- ② 纸面要平整光滑,不许有影响实用和外观的纸病。
- ③ 拷贝纸的定量较低,但要求物理强度较高,并富有柔软性。
- ④ 白度要求不小于 90%,透气度也有一定的要求。

(2) 原料

拷贝纸的物理强度要求高,多用漂白硫酸盐木浆或硫酸盐木浆抄成,个别情况也有用漂白龙须草浆抄成的。拷贝纸不施胶不加填,但为了防止树脂障碍,也可添加少量硫酸铝和滑石粉。

(3) 打浆要求和打浆设备

拷贝纸极薄,并且要求物理强度大,为此多采用粘状打浆的方式,成浆打浆度在 85~91°SR 的范围内。拷贝纸的打浆要求细纤维化程度高,以提高纤维之间的结合能力,增加成纸强度,另外也要对纤维有一定的切断,以达到纤维组织均一、纸面平整的目的。

拷贝纸的打浆可用打浆机、圆柱磨浆机以及盘磨机等。

(4) 打浆实例

1) 实例一:

浆料配比为 100%漂白亚硫酸盐木浆,用玄武岩的飞刀和底刀的华格纳打浆机进行打浆,其工艺条件如表 10-1-90 所示。

2) 实例二:

浆料配比为 50%亚硫酸盐木浆和 50%硫酸盐木浆,打浆设备采用圆柱磨浆机和盘磨机串联。

- ① 打浆流程:漂白木浆板→水力碎浆机→贮浆池→浆

表 10-1-90

打浆浓度(%)	8.0
打浆时间(时:分)	6:10
下刀方法	两次下刀, 逐渐加重
成浆打浆度(°SR)	88~90
纤维平均长度(mm)	1.1~1.2

泵→50型圆柱磨浆机5台串联→贮浆池→浆泵→盘磨机1台→贮浆池。

② 打浆工艺条件: 用圆柱磨浆机和盘磨机串联的打浆工艺条件如表 10-1-91 所示。

表 10-1-91

项 目	圆柱磨浆机	盘磨机
打浆浓度(%)	5~5.5	5~5.5
出口打浆度(°SR)	约75	87~90
纤维平均长度(mm)	约1.4	1.0~1.1
通过量(kg/h)	400	400
下刀电流(A)	90~100	170~200

(二) 高游离状打浆的纸种的打浆

本文介绍滤纸的打浆。滤纸主要分为化学分析滤纸和工业滤纸两大类。

化学分析滤纸又分为定性化学分析滤纸(简称定性滤纸)、定量化学分析滤纸(简称定量滤纸)、定性色层分析滤纸(简称定性层析滤纸)、定量色层分析滤纸(简称定量层析滤纸)。

工业滤纸包括空气滤纸、柴油滤纸和机油滤纸。

1. 特点和要求

(1) 定性滤纸适用于定性化学分析和相应的过滤分离和生产相应纯度的试纸。

(2) 定量滤纸的特点是灰分低，为此又称无灰滤纸，主要用于定量化学分析中重量法分析试验和相应的分析试验。

(3) 两种滤纸均要求化学纯度高，纸质松软，纤维组织均匀，有一定的过滤速度和沉淀物的分离性能。两种滤纸按照过滤速度与分离性能均可分为快速、中速和慢速等三类。慢速的滤纸的裂断长和耐破度等指标比快速和中速的要求为高。

2. 原料

滤纸多用棉纤维，例如棉短绒、废棉和车肚花等。棉纤维具有 α -纤维素含量高，灰分含量低和物理强度高等特点，为此适用于滤纸的生产。

滤纸不施胶不加填

3. 打浆要求

为了保证滤纸的过滤速度和对沉淀物的分离性能合乎要求，滤纸所用棉纤维的打浆方式应属于短纤维游离状打浆，即要求对纤维快速切断至一定程度，而尽量避免纤维的润胀和细纤维化。

滤纸的打浆总的说来是属于短纤维游离状打浆，但对于快速、中速和慢速的滤纸的打浆程度还是不同的。例如，对于快速定性滤纸，成浆的打浆度仅要求 20°SR ，在打浆时要一次下重刀将纤维在短时间内切断至纤维平均长度约为 1.0mm 。但对于慢速定性滤纸，其打浆相对来说游离程度低一些，打浆时要采用稍高的打浆浓度，开始下刀轻一些，打浆时间也稍长一些，使成浆的打浆度达到 $28\sim 29^{\circ}\text{SR}$ ，即相对来说使纤维具有一定程度的润胀和细纤维化，用这种纸料抄成的滤纸比快速的滤纸也较紧密些。

要使滤纸保持一定的物理强度，在棉纤维蒸煮时蒸煮条件应温和一些，在打浆时也不应将纤维切得过短。

滤纸的打浆多在飞刀和底刀均采用钢质材料的打浆机内进行。

4. 打浆实例

用 100%棉短绒浆生产定量为 $80\text{g}/\text{m}^2$ 的定量滤纸，打浆设

备是用飞刀和底刀均为钢质材料的打浆机，其操作是一次落刀或几次落刀。

定性滤纸的生产实际流程如下：

棉短绒→蒸煮→洗料→洗涤→打浆→漂白→酸处理→去抄纸。

定量滤纸的生产实际流程与定性滤纸的基本相同，只是在成纸后再经过氢氟酸（HF）浸泡的处理，以除去二氧化硅，进一步降低灰分。

定性滤纸用打浆机打浆的工艺条件实例如表 10-1-92 所示。

表 10-1-92

项 目	工 艺 条 件		
	快 速	中 速	慢 速
打浆浓度(%)	3.0	3.2~3.3	3.5
下刀方式	一次下重刀	分两次下刀,由轻而重	分三次下刀,由轻而重
打浆时间(h)	1.5~2.0	2.0~2.5	3~4
成浆打浆度(°SR)	19~20	24~25	28~29
纤维平均长度(mm)	0.9~1.0	0.8~1.0	0.8~0.9

(三) 强度要求高的纸种的打浆

1. 纸袋纸

纸袋纸主要供制造水泥袋或化肥袋用，属于高级包装纸。纸袋纸的定量一般为 80g/m^2 ，也有的是 70g/m^2 或 90g/m^2 。

(1) 质量要求

① 为了减少在装袋和运输装卸中的破损率，纸袋纸要有较高的机械强度，例如，要求具有较高的抗张强度、耐破度和撕裂度。

② 为了适应搬运中的瞬时冲击力和装袋时能及时排出袋内的空气，纸袋纸也要求具有较高的伸长率和透气度。

③ 为了防止袋内水泥或化肥的变质，纸袋纸要求具有较高的防水性。

④ 近代有用特殊装置生产微皱的弹性纸（或称伸性纸）以提

高纸袋纸的伸长率。减少装袋后的破损率。

(2) 原料

一般是用长纤维硫酸盐木浆为原料的。我国北方纸厂多以红松为原料，近来逐渐掺用落叶松和桦木等，例如，某造纸厂生产纸袋纸用落叶松的比例为 70%，红松比例为 30%。如掺用桦木，其比例不超过 15%。

南方纸厂则主要以马尾松为原料，其次是杉木，有些地区也掺用一定量的竹浆。

纸袋的制浆均采用硫酸盐法，无需漂白。纸袋纸用松香胶进行施胶，而一般不加填。

(3) 打浆要求

一般认为，纸袋纸的打浆应采用长纤维游离状的打浆。生产纸袋纸的未漂硫酸盐浆通常硬度较高，打浆较困难，不易细纤维化。为此，对于纸袋纸的打浆一方面要求保持纤维的长度，另一方面要尽量使纤维表面活化起毛，以增加结合力，成浆打浆度均较低。

采用普通浓度（例如，4~6%）的打浆，纸袋纸一般多采用多台锥形磨浆机串联打浆，成浆打浆度在 20~25°SR 之间。

在近代纸袋纸的打浆可采用高浓和低浓两段打浆的方法。纸料先在较高浓度（例如 20~25%）的盘磨机（用螺旋推进器喂料）中进行打浆，其目的是适当地增加纤维的润胀和纤维之间的摩擦作用而产生的细纤维化作用，并尽量保持纤维的长度。这样可以提高纤维的柔软性和细纤维化程度，从而提高了成纸的强度和伸长率。在高浓打浆之后还应采用锥形磨浆机进行低浓打浆，以适当地切断纤维和起到均整纤维的作用。

(4) 打浆实例

采用 70% 落叶松硫酸盐浆和 30% 红松硫酸盐浆生产纸袋纸。

打浆流程：原浆——>1台高速锥形磨浆机——>4台大锥度磨浆机——>贮浆池——>去抄纸机

打浆的工艺条件如表 10-1-93 所示。

表 10-1-93

打浆浓度(%)	4.0
通过量(kg/h)	3120
原浆打浆度(°SR)	12~13
成浆打浆度(°SR)	20~23

2. 条纹牛皮纸

条纹牛皮纸是高级包装用纸，适用于直接出口、包装出口商品以及国内商品的包装。条纹牛皮纸的定量为 $32\sim 100\text{g}/\text{m}^2$ 。

(1) 质量要求：

- ① 要求具有较高的机械强度，如耐破度、撕裂度等。
- ② 要求纸张的一面具有较高的光泽度。
- ③ 应有一定的施胶度。
- ④ 条纹应清晰。

(2) 原料

由于条纹牛皮纸要求具有较高的机械强度，一般用 100% 未漂硫酸盐木浆制成。条纹牛皮纸不加填料，而在浆内添加松香胶，并对纸张的一面用松香胶进行表面施胶，以提高其光泽度。此外在浆内还添加染料，以调整纸张的颜色。

(3) 打浆要求

条纹牛皮纸的打浆一般认为应是长纤维游离状打浆。对未漂硫酸盐木浆的打浆要求一方面保持一定的纤维平均长度，另一方面也要使纤维具有一定的细纤维化程度，以增加结合力，提高成纸的机械强度。条纹牛皮纸的成浆一般打至打浆度 $30\sim 34^\circ\text{SR}$ ，纤维平均长度保持在 $1.2\sim 1.4\text{mm}$ 。

条纹牛皮纸的打浆设备可采用打浆机、盘磨机或圆柱磨浆机等。

(4) 打浆实例

采用 100% 未漂硫酸盐木浆生产定量为 38g/m^2 的条纹牛皮纸。

先用水力碎浆机对浆板进行疏解, 随后用两台 $\phi 450$ 双盘磨串联将浆料打至成浆。

打浆的工艺条件如表 10-1-94 所示。

表 10-1-94

打浆浓度(%)	3.0~3.2%
通过量(kg风干浆/h)	800
原浆打浆度(*SR)	13
成浆打浆度(*SR)	30~34
纤维平均长度(mm)	1.2~1.4

(四) 要求伸缩变形小的纸种的打浆

对于要求具有较小的伸缩变形的纸种的打浆, 其成浆的打浆度不能太高, 打浆后纤维的细纤维化程度不宜过高。

1. 胶版印刷纸

胶版印刷纸分特号、一号、二号等三种, 特号是经过超压, 一号和二号又分超压和普通压光两种。胶版印刷纸是供胶版印刷技术图刊、图片和插图等用的双面光纸。特号、一号供高级彩色印刷之用。用于胶版印刷的纸张还有一类单面胶版纸, 分一号、二号两种, 分别供印刷高级和一般彩色宣传画、烟盒和商标等用。胶版印刷纸的定量为 $70\sim 180\text{g/m}^2$, 单面胶版纸的定量为 $40\sim 80\text{g/m}^2$ 。

(1) 质量要求

① 要具有较小的伸缩变形性能: 由于胶版纸在胶版印刷机上进行多次套色印刷, 反复进行湿润和干燥, 如果纸张伸缩变形大, 套印就无法准确, 印刷出来的画面模糊、轮廓不清晰, 影响印刷效果。

② 表面结合强度要好: 由于胶版印刷的油墨一般比凸版印刷

的油墨粘度大，印版上又没有高低的区别，很容易发生糊版现象。为此，纸张的表面强度大，即结实、不掉毛掉粉对胶版印刷纸来说就更为重要。

③ 纤维组织要均匀，厚薄一致，纸面要平整，如纸张的厚度不一致不平整，在印刷过程中容易起折子。

④ 胶版纸应具有较高的白度和平滑度以及两面一致性。纸面要求洁净，尘埃度指标要求较严格。

⑤ 施胶度要适当，并应具有一定的吸油墨性。

(2) 原料

为了保证胶版印刷纸的各种性能，多采用漂白化学木浆、漂白棉浆、漂白竹浆、漂白龙须草浆等较好的纸浆抄成。对于胶版印刷纸也可考虑掺用 50% 以下漂白化学草浆或漂白蔗渣浆（二号纸），甚至还可以掺用少量漂白磨木浆。

抄制单面胶版纸时，可考虑适当增加漂白化学草浆或漂白化学蔗渣浆的配比，也可主要以漂白化学草浆来生产。

生产胶版印刷纸一般用松香胶进行内部施胶，为了增加纸张的表面强度和适印性能，也多采用氧化淀粉、聚乙烯醇或羧甲基纤维素等进行表面施胶。

(3) 打浆要求

胶版印刷纸的打浆方式一般认为以采取半游离状打浆为宜。

从成纸要求的伸缩变形以及从纤维组织要求均匀、纸面要求平整来看，对于长纤维浆料，打浆应进行适当的切短，成浆打浆度不宜太高，一般在 $30 \sim 40^{\circ}\text{SR}$ 即可。而为了保持成纸的物理强度，对于纤维的打浆也应有一定的细纤维化程度。

如以化学木浆为主抄造胶版印刷纸，其针叶木浆与阔叶木浆应保持一定的配比，一般阔叶木浆的比例以 $60 \sim 70\%$ 为宜。如针叶木浆的比例大，由于其纤维长，为了保证纤维组织均匀和纸面平整，必须进行较长时间的切断，这样可能会使成浆打浆度稍高，

影响到成纸的伸缩变形指标。

胶版印刷纸的打浆可用打浆机、圆柱磨浆机和盘磨机打浆设备。

(4) 打浆实例

1) 实例一:

用漂白针叶木浆 40% 和漂白阔叶木浆 60% 生产定量为 80g/m² 的一号胶版印刷纸 (超压)。

打浆方法是先用水力碎浆机对两种浆板进行混合疏解, 这种混合浆随后通过三台 50 型的石刃圆柱磨浆机进行打浆, 此后再经过一台 $\phi 450$ 盘磨机打至成浆。打浆条件和成浆质量如表 10-1-95 所示。

表 10-1-95

打浆浓度(%)	3.5~4.0
成浆打浆度(°SR)	29~32
纤维平均长度(mm)	1.0~1.1

2) 实例二:

用漂白针叶木浆 45%、漂白棉浆 55% 抄造一号胶版印刷纸。

打浆方法是针叶木浆板先经过水力碎浆机进行疏解, 漂白棉浆先经过打浆机打成半浆, 然后进行混合一起通过多台 50 型圆柱磨浆机打至成浆。打浆条件和成浆质量如表 10-1-96 所示。

表 10-1-96

打浆浓度(%)	3.5~4.0
成浆打浆度(°SR)	42~45
纤维平均长度(mm)	0.9~1.0

2. 薄画报纸

薄画报纸适用于照像凹版和套色胶版印制画报等, 定量为

65g/m²。

(1) 特点

我国画报的现行印刷方法有的为纸张两面的一面采用凹版印刷，另一面采用胶版印刷，而凹印和胶印对纸张有着不同的技术要求。这样，薄画报纸的特点就是同一纸张要求适应胶印、凹印，而纸页薄又要求印刷效果好。

(2) 质量要求

① 不透明度：为了适应纸页薄，胶印、凹印两面印刷而不造成透印、透影现象而影响画报质量，则要求纸张具有较高的不透明度。

② 伸缩变形：对凹版印刷的影响较小，而对胶版印刷则由于需经多次套色印刷，反复进行湿润和干燥，要求纸张具有较小的伸缩变形的性能。

③ 吸收性：要有一定的吸收性（吸收性是指纸张表面对二甲苯的吸收速度）。一般来说，纸张吸收性高，印刷效果好，但过高对胶印会造成结膜过慢，产生粘脏现象，影响印刷质量和生产效率。薄画报纸的吸收性要求在 25~45s。

④ 薄画报纸还要求一定的物理强度，挺度和施胶度，纸面要平滑洁白，不许有掉毛掉粉现象。

(3) 原料

薄画报纸可用 50% 漂白木浆和 50% 漂白棉浆来抄造，添加棉浆有利于提高不透明度。

为了达到薄画报纸的质量要求，应添加较多的辅料，如松香胶、羧甲基纤维素、糊化淀粉、二氧化钛和碳酸钙等。

薄画报纸也应采用聚乙烯醇和氧化淀粉混合液进行表面施胶。

(4) 打浆要求

对于薄画报纸的打浆，从印刷效果，如吸收油墨的快慢及油墨对纸张的渗透等，应该对纤维进行较粘状的打浆，但这对伸缩

变形是不利的。另外，从要求纤维组织紧密均匀，纸面平滑平整细腻等，对长纤维纸料，打浆应进行适当的切短。

一般认为，对于薄画报纸的打浆应采取半粘状半游离的打浆方式，成浆打浆度以 $40\sim 50^{\circ}\text{SR}$ 为宜，纤维平均长度为 $0.7\sim 0.9\text{mm}$ 。

打浆设备可选用打浆机、圆柱磨浆机或盘磨机等。

(5) 打浆实例

① 原料配比：55%漂白棉浆、45%漂白桦木浆生产定量为 $65\text{g}/\text{m}^2$ 的薄画报纸。

② 打浆设备：5台100型钢刀圆柱磨浆机和一台 $\phi 450$ 盘磨机串联对棉浆或木浆进行分别打浆。

③ 打浆工艺条件

对棉浆或木浆分别打浆的工艺条件如表 10-1-97 所示。

表 10-1-97

项 目	漂白棉浆	漂白桦木浆
打浆浓度(%)	3.8~4.2	3.7~4.1
通过量(kg/h)	650~750	1100~1200
成浆打浆度($^{\circ}\text{SR}$)	58~63	43~48
纤维平均长度(mm)	0.8~0.9	0.7~0.8

④ 辅料的添加：对于薄画报纸的浆料一般添加松香胶、硫酸铝、碳酸钙、二氧化钛、糊化淀粉、羧甲基纤维素、干酪素、水玻璃、荧光增白剂等。

另外，也对纸面用聚乙烯醇和氧化淀粉混合液进行表面施胶。

3. 地图纸

地图纸适用于胶版彩色印刷军用地图、普通地图和地图册之用，分为特号和一号两种，定量为 80 、 90 、 $100\text{g}/\text{m}^2$ 三种。

(1) 质量要求

① 要求具有较高的耐折度,以便在应用时多次折叠而不致破损。

③ 要求尘埃少,尤其是不应存有黑色的尘埃。

③ 要求伸缩变形小,套印准确。

④ 纤维组织要均匀,表面细腻平整。

⑤ 表面强度要好,印刷时不掉毛掉粉。

③ 海图纸既要求具有较高的耐折度,又要求具有较高的撕裂度,还要求有相当的湿强度。

(2) 原料

地图纸一般是采用漂白针叶木浆进行抄造,也可掺用部分漂白阔叶木浆、漂白棉浆来抄造。对于地图纸的浆内施胶多采用松香胶,而表面施胶多采用氧化淀粉液。地图纸也经常添加少量填料,例如添加 5% 的滑石粉。

(3) 打浆要求

地图纸要求具有较高的耐折度,为此纤维在打浆过程中要保留一定的纤维长度。另外,地图纸要求纤维组织均匀,表面细腻平整,为此打浆后的纤维平均长度也不应过高。

对于地图纸的打浆也要求纸浆纤维具有一定的细纤维化程度,但考虑到纸张伸缩变形要小,为此成浆打浆度也不宜太高。

(4) 打浆实例

① 浆料配比:采用漂白针叶木浆 60%,漂白棉浆 40% 生产定量为 $100\text{g}/\text{m}^2$ 的地图纸。

③ 打浆设备:选用 50 型圆柱磨浆机 18 台进行分别打浆,即漂白木浆和漂白棉浆各用 9 台圆柱磨浆机(先钢刀后石刀)进行串联打浆,对分别打浆后的纸料加以混合再进行抄纸。

③ 打浆工艺条件

打浆的工艺条件如表 10-1-98 所示。

④ 浆内施胶用普通松香胶,表面施胶用氧化淀粉液。

③ 如生产海图纸,除在浆内添加松香胶外,还应在浆内添加

表 10-1-98

项 目	漂白木浆	漂白棉浆
打浆浓度(%)	3.5	3.5
原浆打浆度(*SR)	18~21	20~23
成浆打浆度(*SR)	30±2	36±2
纤维平均长度(mm)	1.0~1.1	1.0~1.1

3%的三聚氰胺甲醛，并用聚乙烯醇液进行表面施胶。

(五) 纸面要求特别平整细腻的纸种的打浆

1. 邮票纸

邮票纸分为普通胶版邮票纸和影写邮票纸，前者为平版印刷，后者为卷筒轮转印刷。

(1) 邮票纸的要求与特点

影写邮票纸为卷筒轮转印刷，采用套色照相版凹印工艺，这种纸是印刷精致、多色的纪念邮票与特种邮票的专用纸。它要求网线齐全、画面完整、颜色鲜艳、景物远近分明、层次清楚、有立体感，因此要求：

- ① 纸页组织均匀，厚薄一致；
- ② 纸身柔软，具有弹性，适印性强；
- ⑤ 纸面细腻、平整、平滑和洁净；
- ④ 吸墨性能良好；
- ③ 白度高；
- ⑥ 打孔性能好，打孔要光洁利落。

(2) 原料

邮票纸主要是以漂白木浆来抄造，也可配入少量漂白棉浆。邮票纸的一般配比是 80%阔叶木浆和 20%针叶木浆，如针叶木浆配比过高，则因强度太大而会影响邮票纸的打孔性能。

浆内添加碳酸钙填料，用以改善纸张的表面平整、细腻和吸墨性能。

浆内加入施胶剂和补强剂（如氧化淀粉、松香胶、骨胶、干酪素等），用以改善纸面平整、柔软，提高施胶度、填料留着率和表面强度等。

浆内添加荧光增白剂，用以提高白度而使印刷效果鲜艳。

采用氧化淀粉液进行表面施胶以提高纸张的表面强度。

（3）打浆要求

根据邮票纸的特性和采用的原料配比，打浆方式应属于短纤维半游离状打浆。考虑到邮票纸为凹版印刷，纸页要求组织均匀，吸墨性能好，纸面要求细腻平整，为此纤维要求细而短，这样在打浆过程中要对纤维进行适当的切短。另外，邮票纸的打浆并不要求过高的细纤维化和水化，但为了保持一定的物理强度，打浆对纤维也不应是单纯的切断作用，而使纤维具有一定的细纤维化，以提高纤维的结合力，增加成纸强度，同时有利于提高填料留着率。

邮票纸的打浆可用圆柱磨浆机或打浆机进行。如果用打浆机进行打浆，则打浆过程应在浆料充分梳解的情况下逐步下刀，由轻而重，最终达到实际的要求。

（4）打浆实例

①原料配比：选用 80% 漂白阔叶木浆和 20% 针叶木浆生产定量为 $60\text{g}/\text{m}^2$ 的邮票纸。

②打浆设备：采用 16 台材质有钢刀和石刀的 50 型圆柱磨浆机进行串联混合打浆。

③打浆流程：80% 阔叶木浆板，20% 针叶木浆板——→水力碎浆机——→脱水机——→圆柱磨浆机辅料——→成浆贮浆池——→纸机贮浆池——→去抄纸机

④打浆工艺条件和成浆质量：邮票纸的打浆工艺条件和成浆质量如表 10-1-99 所示。

添加的辅料有松香胶、碳酸钙、骨胶、氧化淀粉和荧光增白

打浆浓度(%)	3.8
原浆打浆度(*SR)	18.5
成浆打浆度(*SR)	40.5
纤维平均长度(mm)	0.8~0.9

剂等，另用氧化淀粉胶液进行表面施胶。

2. 晒图原纸

晒图原纸是涂布重氮盐染料加工成重氮盐晒图纸（属于感光复印纸）的专用原纸，分为特号和一号两种，定量均为 $80\text{g}/\text{m}^2$ 。

(1) 质量要求

① 均匀度：为了达到涂药均匀，吸药量一致，要求原纸的纤维组织均匀，全幅定量一致，厚薄一致，纸面洁白，细腻，平整呈绒面状。

② 抗水性：为了达到图纸颜色鲜艳、底色白，要求原纸既要有较高的抗水度，又要有适当的表面吸收性。

③ 化学性：晒图原纸应为酸性，pH 值在 4.5~5.0。

④ 白度：晒图原纸应有较高的白度，以使复印品的反差提高，显出图影清晰、底色白。但晒图原纸的白度也不应过高，以免对人们的眼睛有刺激。

⑤ 强度：晒图原纸应有足够的物理强度和机械强度，以免涂布加工过程中断而影响使用。另外，晒图纸应可供蓝图多次重复使用而不致损坏，并应有长期保存的耐久性。

(2) 原料

为了适应晒图原纸的化学性、物理性和机械性能，应该选用纯度较高的浆料来抄造。一般是采用漂白针叶木浆进行抄造，也可掺用部分漂白阔叶木浆、漂白棉浆和漂白草浆来抄造。

对于晒图原纸的浆内施胶多采用松香胶，也有的配用淀粉胶或动物胶。另外，也适宜于用氧化淀粉胶液进行表面施胶。

(3) 打浆的要求

为了适应重氮盐晒图原纸涂布工艺的要求，成浆打浆度不宜太高，因为成浆打浆度越高，成纸的伸缩性、透明性及卷曲性越大，并且易于出现皱纹，这就直接影响到涂布质量。反之，晒图原纸要求有一定的物理强度，特别是耐折度，为此打浆也必须使纤维具有一定程度的细纤维化，以提高结合能力。但是，由于纤维的组织纤维化程度高，对感光药剂的敏感性强，这对蓝图的保存不利。为此，晒图原纸一般多采用以切断为主的打浆方式。

晒图原纸的打浆可选用打浆机、盘磨机或圆柱磨浆机等打浆设备。

(4) 打浆实例

① 原料采用针叶木浆 45%，阔叶木浆 10%，棉浆 45%，在 100 型圆柱磨浆机内进行混合打浆，前 4 台选用钢刀，后 2 台选用石刀。

② 打浆的工艺条件和成浆质量如表 10-1-100 所示。

表 10-1-100

打浆方式	混合打浆
打浆浓度 (%)	3.6
木浆原浆打浆度 (°SR)	18~20
棉浆原浆打浆度 (°SR)	20~23
混合浆成浆打浆度 (°SR)	40±2
纤维平均长度 (mm)	0.9~1.0

3. 制图纸

制图纸适用于供铅笔、墨线绘制工程图、机械图、测绘地形图等，分为特号与一号两种，定量为 120~150g/m²。

(1) 质量要求

① 要求具有一定的物理强度和机械强度，特别是裂断长要求较高，例如一号制图纸的裂断长也要求在 3000m 以上。

② 纸张纤维组织应均匀紧密，纸面应平整。

③ 纸张应有较高的表面强度，要耐擦而不起毛。

④ 应有较高的施胶度。

(2) 原料

制图纸一般是采用漂白针叶木浆进行抄造，也可掺用部分漂白阔叶木浆、漂白棉浆或漂白草浆来抄造。对于制图纸的浆内施胶，也可适当添加少量硅酸钠或淀粉胶。另外也适宜于用氧化淀粉胶液等进行表面施胶。

(3) 打浆要求

制图纸要求具有一定的物理强度和机械强度，特别是裂断长要求较高，为此打浆应使纤维具有一定程度的细纤维化，以提高纤维结合力，增加纸张强度。但是，如果纤维的细纤维化程度太高，则纸料在抄造过程中脱水困难。另外，制图纸要求纤维组织均匀紧密，纸面应平整，这样应对棉浆或针叶木浆等长纤维进行适当的切短，当然不应切得过短，以免影响成纸强度。

(4) 打浆实例

采用漂白针叶木浆 55%、漂白棉浆 45% 生产定量为 $150\text{g}/\text{m}^2$ 的制图纸。选用 50 型圆柱磨浆机 18 台进行分别打浆，即漂白木浆和漂白棉浆各用 9 台圆柱磨浆机（先钢刀后石刀）进行串联打浆，对分别打浆后的纸料加以混合再进行抄纸。

打浆和工艺条件（不包括半浆）和成浆质量如表 10-1-101 所示。

表 10-1-101

项 目	漂白针叶木浆	漂白棉浆
打浆浓度(%)	3.5	3.5
原浆打浆度(*SR)	18~20	20~23
成浆打浆度(*SR)	34~38	42~46
纤维平均长度(mm)	0.9~1.0	0.9~1.0

(六) 一般文化用纸的打浆

对于一般文化用纸的纸料的打浆要求不高，一般属于半游离半粘状打浆，可以采用不同的打浆设备进行打浆。

1. 书写纸

书写纸主要供书写用，以及作为笔记本纸、帐簿纸、表格纸等用。书写纸分特号、一号、二号、三号和四号等五种，定量分为 $45\text{g}/\text{m}^2$ 、 $50\text{g}/\text{m}^2$ 、 $60\text{g}/\text{m}^2$ 、 $70\text{g}/\text{m}^2$ 和 $80\text{g}/\text{m}^2$ 等。

(1) 质量要求

① 平滑度要求高，为 $25\sim 30\text{s}$ ，两面平滑度差要求不大于 30% 。

② 要求组织均匀、纸面平整、光滑细腻。

③ 书写纸要严格控制施胶度，以防止用钢笔书写时洇水。

④ 白度要求特号为 85% ，一号为 80% 。

⑤ 要有一定的不透明度。

⑥ 要有一定的物理强度。

(2) 原料

特号、一号书写纸的要求较高，一般是用漂白化学木浆和漂白棉浆来抄造，也有用漂白木浆和漂白草浆抄造的。其它几号书写纸都可配用相当数量的漂白草浆。

书写纸的辅料多添加松香胶、硫酸铝和滑石粉等。

(3) 打浆要求

可使用各种打浆设备进行打浆。一般认为，书写纸纸浆的打浆方式是半游离半粘状打浆。根据书写纸的要求应有一定的物理强度和纸面平滑细腻等，打浆应使纤维具有一定的细纤维化，但也应进行适当的切短。例如，对于使用漂白化学木浆和漂白草浆生产特号书写纸时，其漂白化学木浆的打浆可采用较高浓度和重落刀的方式，以便在保证纤维一定的细纤维化的同时，对纤维进行适当切短，而对于漂白草浆的打浆则采用轻刀疏解的方法以保证

纤维的平均长度。

(4) 打浆实例

1) 实例一:

用漂白亚硫酸盐木浆与漂白稻草浆各 50%, 生产三号书写纸 ($60\text{g}/\text{m}^2$)。

采用 100 型圆柱磨浆机 4 台, 用石刀分别打浆, 其打浆条件和成浆质量如表 10-1-102 所示。

表 10-1-102

项 目	漂白化学木浆	漂白草浆
打浆浓度(%)	4.5~5.0	4.5~5.0
成浆打浆度(*SR)	28~32	48~52
纤维平均长度(mm)	1.3~1.4	1.0~1.1

2) 实例二:

用漂白针叶木浆 35%、漂白阔叶木浆 40%、漂白苇浆 25% 抄造定量为 $65\text{g}/\text{m}^2$ 的螺纹书写纸。

打浆方法是先用水力碎浆机将几种浆混合进行疏解, 这种混合浆随后通过 3 台 50 型的石刀圆柱磨浆机进行打浆, 此后再经过一台 $\phi 450$ 盘磨机打至成浆。打浆条件和成浆质量如表 10-1-103 所示。

表 10-1-103

打浆浓度(%)	3.5~4.0
成浆打浆度(*SR)	28~31
湿重(g)	4.5~5.5
纤维平均长度(mm)	1.0~1.1

螺纹书写纸添加的辅料为松香胶、硫酸铝和荧光增白剂。如

生产淡黄色的螺纹书写纸还需添加一定量的直接黄和碱性橙等染料。

2. 凸版印刷纸

凸版印刷纸主要是供凸版印刷机印刷书籍、杂志等。凸版印刷纸分为一号和二号两种,定量为 52g/m^2 和 60g/m^2 , 后者较少。

(1) 质量要求

① 应具有良好的吸墨性能,这是由于油墨印刷到纸面上以后,在印刷反面或折叠时,由于油墨尚未完全固着,就会出现字迹模糊不清或反面粘脏等现象。

② 要有适当的平滑度,尤其是正反面平滑度差要小一些,以使印刷后两面字迹清晰程度接近。

③ 应具有较好的松软性和弹性以及良好的不透明度。

④ 要求纸面强度好,即掉毛掉粉少,以延长印刷过程中洗刷印版的周期,减轻印刷工人的劳动强度,同时也保证印迹清晰一致。

⑤ 卷筒纸要求裂断长较高为 2400m ,以保证轮转高速印刷过程中正常运转。

⑥ 凸版印刷纸的白度要求为 $60\sim 65\%$ (蓝光法)。

(2) 原料

凸版印刷纸的浆料配比的变动较大,我国是以漂白草浆特别是漂白亚硫酸盐苇浆或漂白硫酸盐苇浆为主,后者一般掺用一定量的磨木浆。也有用 100% 漂白或半漂化学木浆为主,掺用部分磨木浆或漂白草浆抄制一号凸版纸。也有用 100% 漂白草浆(例如,麦草浆、稻草浆或蔗渣浆等),或以漂白草浆为主,掺用部分化学木浆、龙须草浆或破布浆抄制二号凸版纸。

为提高凸版印刷纸的吸墨性能和不透明度,填料加用量一般为 $10\sim 25\%$ 。凸版纸要求轻施胶,通常使用松香胶进行施胶。

(3) 打浆要求

凸版印刷纸为普通的印刷纸,对打浆的要求不高,一般认为

属于半游离状打浆，成浆打浆度通常以控制在 $32 \sim 40^{\circ}\text{SR}$ 的范围内为宜。

在利用草类浆生产凸版纸时，需注意到草类浆的纤维较短，纤维细胞壁较厚，杂细胞多，半纤维素含量高等特点，如果不进行适当处理，抄成的纸张就会有紧度大，透明度高、印刷性能差、脆性大等缺点，并且浆料的滤水较困难。因此，要求在制浆过程中加强对浆料的洗选和净化，尽可能除去草类浆中的杂细胞和细小纤维，合理的控制浆料的硬度和化学组成。

用全草浆生产凸版印刷纸时，打浆要采用尽量疏解的方式，避免纤维的切短，并要注意到草浆的打浆度很容易提高的特点，为此打浆时间不可过长，否则浆料过粘，抄造时滤水困难。

凸版印刷纸的浆料的打浆可采用各种型式的打浆设备。

(4) 打浆实例

1) 实例一：

用 100% 亚硫酸盐苇浆生产 $52\text{g}/\text{m}^2$ 的凸版印刷纸，所用的打浆设备为 $\phi 1250$ 石质盘磨机，浆料仅一次通过盘磨机就打至成浆。

打浆的工艺条件如表 10-1-104 所示。

表 10-1-104

两圆盘间压力	根据电流和听取接触声音来掌握
电流(A)	45~55
打浆浓度(%)	3.4~3.8
通过量(kg/h)	280~420
原浆打浆度($^{\circ}\text{SR}$)	26~30
成浆打浆度($^{\circ}\text{SR}$)	34~42
纤维平均长度(mm)	0.8~1.0

2) 实例二：

用 100% 蔗渣浆生产 $52\text{g}/\text{m}^2$ 的凸版印刷纸，所用打浆设备为串联两台 $\phi 330$ 盘磨机并串联两台 50 型圆柱磨浆机（转子和底刀均为玄武岩）打至成浆。打浆的工艺条件如表 10-1-105 所示。

表 10-1-105

项 目	原 浆	φ330盘磨机	圆注磨浆机
高锰酸钾值	15~17	—	—
打浆浓度(%)	—	3.9~4.2	3.5~3.8
通过量(kg/h/)	—	800	550
程重(g)	5.43	4.02	3.4
打浆度(*SR)	18.8	25.6	32~36(成浆)

3) 实例三:

用 80% 硫酸盐苇浆、15% 硫酸盐木浆、25% 磨木浆生产 52 g/m² 的一号凸版印刷纸。

对于硫酸盐苇浆的打浆设备选用 φ450 盘磨机, 对于硫酸盐木浆的打浆设备选用高速锥形磨浆机, 而磨木浆不打浆。

打浆工艺条件如表 10-1-106 所示。

表 10-1-106

项 目	硫酸盐苇浆	硫酸盐木浆	磨 木 浆
浆料配比百分数(%)	80	15	25
打浆浓度 (%)	4.5~5.3	3.0~3.5	—
原浆打浆度 (*SR)	18~20	9~10	约 65
成浆打浆度 (*SR)	22~24	13~16	约 65

3. 有光纸

有光纸为单面光纸, 定量 18~40 g/m², 常用的为 32 g/m², 供一般书写办公用, 也有的作为包装用。另有彩色有光纸, 供标语、彩旗、迷信用纸等用。

(1) 质量要求

- ① 要求有一定的物理强度。
- ② 纤维组织应紧密均匀, 厚薄一致。
- ② 纸面应细腻平整, 不许有砂眼、折子等, 以利于书写。

④ 要求轻施胶，施胶度为 0.25mm。

⑤ 对不透明度要求不高。

(2) 原料

有光纸一般用 100% 化学草浆，如苇浆、稻麦草浆、蔗渣浆等抄成，对于薄型有光纸 ($18 \sim 22 \text{g/m}^2$) 可配比部分化学木浆或棉浆。

有光纸采用松香胶进行施胶，加填多用滑石粉。

(3) 打浆要求

用 100% 化学草浆抄造有光纸，根据产品质量要求，其打浆的要求不高，打浆方式可为半游离状打浆。打浆时应采用尽量疏解纤维的方法，而避免纤维的过度切短。对于薄型有光纸中配用的化学木浆或棉浆，其打浆可采用粘状打浆的方法，打浆度可控制在 60°SR 左右。

有光纸的浆料打浆可采用各种型式的打浆设备。

(4) 打浆实例

用 100% 亚硫酸盐苇浆生产 32g/m^2 的有光纸，所用的打浆设备为 $\phi 1250$ 石质盘磨机，浆料仅一次通过盘磨机就打至成浆。

打浆的工艺条件如表 10-1-107 所示。

表 10-1-107

两圆盘间压力		根据电流和听取接触声音来掌握
电流	(A)	65~75
打浆浓度	(%)	3.5~4.0
通过量	(kg/h)	350
原浆打浆度	($^\circ \text{SR}$)	25~27
成浆打浆度	($^\circ \text{SR}$)	38~42
纤维平均长度	(mm)	0.8~1.0

4. 打字纸

打字纸是供打字、复写、信笺等用，是一种薄型高级纸张，定量为 $24 \sim 30 \text{g/m}^2$ 。

(1) 质量要求

① 打字纸要求强度大而富有弹性，使在打字时不致穿洞，复写时不致被笔尖划破。

② 纸面要细腻平整，纤维组织要紧密均匀，两面要光滑。

③ 打字纸的白度要求较高，特号 85% 以上，二号 68% 以上。

④ 除生产白色打字纸以外，也可生产带淡颜色的彩色打字纸。

(2) 原料

打字纸一般用漂白化学木浆、漂白棉浆等抄造，也可掺用部分龙须草浆、荻苇浆、麦草浆和芒秆浆等。

(3) 打浆要求

对于打字纸的打浆，要使木浆和棉浆或其它浆料的纤维具有一定的细纤维化程度，以提高纤维的结合力，增加纸页的强度，同时有利于提高填料留着率。为此一般认为，打字纸的浆料的打浆应采取近于粘状打浆的方式，成浆打浆度一般在 $50 \sim 75^{\circ}\text{SR}$ 的范围内。但是，浆料也不应打得过粘，而要进行适当的切断，以达到所要求的纤维组织紧密均匀，纸面细腻平整，平滑度较高等性质。

打字纸的打浆可采用打浆机或其它打浆设备来完成。

(4) 打浆实例

1) 实例一：

用 65% 漂白亚硫酸盐木浆和 35% 漂白龙须草浆生产定量为 $28\text{g}/\text{m}^2$ 的一号打字纸。

木浆和龙须草浆分别进行打浆。漂白亚硫酸盐木浆先在伏特式打浆机中打至纤维平均长度为 1.54mm ，然后再通过四台圆柱磨浆机（前三台为钢刀，后一台为石刀）打至成浆。龙须草浆也经过四台圆柱磨浆机进行打浆。

漂白亚硫酸盐木浆经过四台圆柱磨浆机的打浆情况如表 10-1-108 所示。

龙须草浆经四台圆柱磨浆机后的成浆打浆度为 $64 \sim 68^{\circ}\text{SR}$ ，

表 10-1-108

项 目	打浆度(°SR)	湿重(g)	纤维平均长度(mm)
出第一台的浆料	24	9.2	1.39
出第二台的浆料	37	8.0	1.27
出第三台的浆料	50	6.6	1.14
出第四台的浆料	61	6.2	1.06

湿重为 6.5~7.5 g, 纤维平均长度为 1.1mm。

2) 实例二:

用 55% 漂白芒秆浆和 45% 漂白木浆抄造定量为 30g/m² 的打字纸。

选用伏特式打浆机 (容积为 5m³, 飞刀和底刀均为钢刀) 对芒秆浆和木浆分别打浆。打浆方式采取分段落刀, 由轻刀至重刀, 而木浆先采用荷兰式打浆机进行预打浆。

打浆工艺条件和成浆质量如表 10-1-109 所示。

表 10-1-109

项 目	荷兰式打浆机 预打木浆	伏特式打浆机打 木浆至成浆	伏特式打浆机打 芒秆浆至成浆
打浆浓度(%)	5.0~5.5	6.0~6.5	6.5~6.8
打浆时间(h)	1.5	1.5	2.5~3.0
成浆打浆度(°SR)	16~19	62~64	70~72
湿重(g)	7~8	4.0~4.5	2.5~3.0
纤维平均长度(mm)	1.5~1.7	1.0~1.2	0.8~0.9

5. 字典纸

字典纸是薄型高级印刷用纸, 供印刷字典、袖珍手册、工具书、经典著作等用, 在国外也称圣经纸(Bible paper)。

字典纸的定量分为 25~40g/m² 等多种。

(1) 质量要求

① 字典纸为薄型纸两面印刷, 要求不透明度高, 印刷后不透

印，不透影。

② 字典纸的平滑度要求高，两面平滑度差要小。

③ 要求印刷时吸收油墨性能良好。

④ 纤维组织应紧密均匀，厚薄一致，纸面平整细腻，有一定的紧度。

⑤ 要有一定的物理强度，并要求有一定的挺度，要防止彼此粘张，以易于阅读时翻页。

⑥ 要求有防老化性能，即一般用 α -纤维素含量较高的纸浆来抄造。

其他如施胶度、白度和掉毛掉粉等指标均有一定的要求。

(2) 原料

字典纸可单独用漂白硫酸盐木浆或用漂白亚硫酸盐木浆来抄造，也可用约 50% 的漂白棉浆和约 50% 的漂白木浆来生产，个别情况也有掺用少量漂白草浆或漂白麻浆的。

生产字典纸，使用的施胶剂可为松香胶和硫酸铝，另可添加一定量的羧甲基纤维素。为了提高打字纸的不透明度，使用的填料应是碳酸钙和二氧化钛，以增加复盖能力。

(3) 打浆要求

对于较薄的字典纸的浆料的打浆要使木浆和棉浆的纤维具有一定的细纤维化，以提高纤维的结合力，增加成纸的强度，同时有利于提高填料留着率。一般认为，字典纸的打浆应采取近于粘状打浆的方式，但纸料也不应打得过粘，而要进行适当切断，以达到所要求的纤维组织紧密均匀、纸面细腻平整、平滑度较高等性质。

字典纸的打浆可用打浆机或其它打浆设备进行。如用打浆机进行打浆，打浆过程是在浆料充分疏解的情况下进行逐步下刀，由轻而重，最终达到实际的要求。

(4) 打浆实例

以 60% 漂白棉浆和 40% 漂白亚硫酸盐木浆配合生产定量为

28g/m² 的字典纸。选用华格纳式打浆机(容积为 5m³, 飞刀和底刀均为石刀) 对棉浆和木浆进行分别打浆。打浆方式采取分段落刀, 由轻刀至重刀。打浆工艺条件(不包括半浆的打浆) 如表 10-1-110 所示。

表 10-1-110

项 目	漂白棉浆	漂白亚硫酸盐木浆
装浆量(kg/盆)	300	250
打浆浓度(%)	6.8~7.5	5.8~6.3
打浆总时间(时:分)	5:20~5:50	4:00~4:50
成浆打浆度(°SR)	74~80	84~88
纤维平均长度(mm)	0.8~0.85	1.1~1.15

6. 新闻纸

新闻纸的定量为约 51g/m², 分一号和二号两种。新闻纸有卷筒纸和平板纸。

(1) 质量要求

① 应具有较好的印刷性能, 如纸质松软、不透明度高、吸墨性能好等, 在高速轮转印刷机上印刷, 油墨能很快吸干, 不致发生字迹模糊现象。

② 纵向拉力要高, 卷筒纸纵向裂断长要求在 2500~2700m 以上。

③ 要求纸面平滑, 掉毛情况少。

④ 白度要求不低于 50% (蓝光法)。

(2) 原料

新闻纸主要是用磨木浆(配比 70~90%) 抄造, 并配用少量化学木浆, 其目的是为了提高纸页的湿强度和干强度, 以适应在高速造纸机上的抄造以及在高速轮转印刷机上的应用。

(3) 打浆

新闻纸所用的磨木浆是经过磨木机或盘磨机成浆, 纤维已经被分散、磨碎, 大部分纤维的平均长度在 0.5~1.0mm, 但纤维

结合力很低，而成浆打浆度已很高，对于抄纸不需要再经打浆。

为了提高纤维结合力，增加长纤维比例而配比的部分化学木浆，则需经打浆处理，但只要要求作轻微切短和疏解，成浆的打浆度达 $25\sim 30^{\circ}\text{SR}$ 即可。

卷筒新闻纸大多不施胶，平板新闻纸可以考虑适当施胶，以适应在其它方面使用的需要。新闻纸的加填量较少，一般为 $5\sim 8\%$ 。新闻纸的浆料可添加适当的硫酸铝以调节浆料上网的 pH 值，并添加少量蓝色染料（湖蓝或品蓝）起显白作用。

（七）其他纸种的打浆

1. 卷烟纸

卷烟纸分为特号、一号和二号等三类产品，供机器卷烟用，定量为 $23\sim 24\text{g}/\text{m}^2$ 。

（1）质量要求

① 要求柔软性好，纸面细腻，罗纹清晰。

② 应具有较高的强度，并要求具有一定的伸长率与拉力。

③ 透气度也有一定的要求，即不低于 $120\sim 150\text{ml}/\text{min}$ ，但又不大于 $300\sim 450\text{ml}/\text{min}$ 。

④ 卷烟纸燃烧时不得发出异味，燃烧要均匀，其燃烧速度要与烟丝的燃烧速度相适应。提高卷烟纸的灰分和透气度可以减少或避免烟支的熄火现象。

⑤ 要有较好的不透明性，以便在卷烟时不致出现露出烟丝色泽的现象。

⑥ 应有较高的白度。

（2）原料

为了防止卷烟纸在燃烧时发出异味，应以漂白麻浆为主要配比，并掺用部分漂白木浆，有时也可掺用少量漂白碱法竹壳浆或漂白化学草浆。特号卷烟纸用于生产高档纸烟，一般指标均相应要求高一些，配比中适当增加漂白麻浆的用量。

生产卷烟纸，一般均用碳酸钙作为填料，加填量可高达 35～55%。卷烟纸不施胶。在一些情况下，生产卷烟纸可加用少量助燃剂，助燃剂目前多使用氯化钾、硝酸钠、富马酸二钠盐、磷酸二氢铵或柠檬酸钠混合盐等。

(3) 打浆要求

① 卷烟纸的打浆要使纤维具有一定的细纤维化，并有较高的均整性。

② 对于麻浆的打浆一般采用粘状打浆的方式，打浆要求均一，打浆度控制在 $87\sim 92^{\circ}\text{SR}$ ，纤维平均长度以 $1.0\sim 1.1\text{mm}$ 为宜。

③ 对于漂白木浆的打浆，其成浆打浆度不宜太高，如漂白木浆的打浆度高至 80°SR 以上，将会降低成纸的不透明度，并降低成纸的透气度和燃烧性能。为此，漂白木浆的成浆打浆度一般控制在 80°SR 以下，纤维平均长度控制在 1.1mm 左右。

(4) 打浆方法

① 半浆打浆：麻浆纤维较长，应先在半浆打浆机内打成半浆。一种在半浆打浆机中打半浆的方法是，先下重刀将麻浆压下，一定时间后适当抬刀进行洗涤，待洗涤一定时间后再下重刀对纤维进行切断。当半浆达到一定的湿重，即一定的平均纤维长度时，就完成了打半浆的工序。

② 成浆打浆：卷烟纸的成浆打浆有单独用打浆机进行的，也有用多台圆柱磨浆机进行的。考虑到麻浆、木浆、竹壳浆和草浆等的性质各异，为了得出合乎要求的各种成浆，最好根据上述的打浆要求采用分别打浆的方法，随后再进行混合。

在个别情况下，也有采用混合打浆的方法的。采用混合打浆时，应注意添加纸料的顺序，即根据纸料打浆的难易，如最先处理麻浆和木浆，最后添加竹壳浆或草浆。

(5) 生产实例

1) 实例一：

① 原料配比：用全麻浆（大麻）生产特号卷烟纸。

② 打浆设备：麻浆先用半浆打浆机打至半浆，随后再用伏特式成浆打浆机打至成浆。

③ 打浆工艺条件：成浆打浆的工艺条件如表 10-1-111 所示。

表 10-1-111

打浆设备	伏特式打浆机
打浆浓度(%)	4.5
下刀情况	先轻后重(分步下刀)
打浆时间(h)	4.5h
成浆打浆度(*SR)	87~92
纤维平均长度(mm)	1.0~1.1

添加的填料沉淀碳酸钙为纤维重的 50%。

2) 实例二：

① 原料配比：用 50% 麻浆和 50% 木浆分别打浆后抄制普通卷烟纸。

② 打浆设备：麻浆先用半浆打浆机打至半浆，再通过多台圆柱磨浆机打至成浆。木浆板先经过水力碎浆机疏解后也用多台圆柱磨浆机打至成浆。

③ 打浆工艺条件：成浆打浆的工艺条件如表 10-1-112 所示。

表 10-1-112

项 目	麻 浆	木 浆
打浆设备	圆柱磨浆机	圆柱磨浆机
打浆方式	分别打浆	分别打浆
打浆浓度(%)	3.8~4.2	3.8~4.2
成浆打浆度(*SR)	87~92	78~80
纤维平均长度(mm)	1.0~1.1	1.0~1.1

添加的填料沉淀碳酸钙也为纤维重的 50%。

2. 电话纸

电话纸主要用于制造市内电话电缆，也有作为代用品，用于

绕包变压器和纸包电磁线等。电话纸按厚度分为 0.05mm 和 0.075mm 两种规格，按颜色分为本色、蓝色、红色三种。

(1) 质量要求

① 电话纸是薄型纸，但在电话电缆生产过程中承受的张力大，为此要求具有较高的机械强度，例如裂断长、耐折度等均要求达到较高的数值。

② 要求具有一定的伸长率和扭曲度。

③ 电话纸是弱电介质，对电学性能要求低，通过的电流小，耐压要求低。

④ 纸质要求松软，厚度均一，含杂质少。

(2) 原料

电话纸的强度要求高，多用未漂硫酸盐木浆制成，不加胶不加填，而对于蓝色和红色电话纸在纸料内应进行染色。

(3) 打浆要求

成浆纤维要求润胀和细纤维化良好，纤维较长而均整，含细小纤维少。一般认为，用长纤维的未漂硫酸盐木浆生产电话纸应采用长纤维粘状打浆的方式，即一方面要对长纤维进行适当的切短，以达到纤维均一、纸面平整的目的，但要保持较长的纤维长度。另一方面要使纤维具有一定程度的润胀和细纤维化，以提高纤维之间的结合能力，增加纸页强度。

电话纸的原料如用未漂硫酸盐木浆板来生产，其打浆可先经水力碎浆机进行疏解，随后用圆柱磨浆机，最后用 $\phi 450$ 盘磨机打至成浆，也可用石刀打浆机打至成浆。成浆打浆度要求在 $62 \sim 72^\circ \text{SR}$ ，成浆纤维平均长度为 $1.5 \sim 1.6 \text{mm}$ 。

(4) 打浆实例

浆料配比为 100% 未漂硫酸盐木浆，打浆设备用钢刀 50 型圆柱磨浆机和 $\phi 450$ 盘磨机串联打浆，其具体条件如下：

① 四台 50 型圆柱磨浆机串联打浆，其条件如表 10-1-113 所示：

表 10-1-113

打浆浓度(%)	4.0~4.5%
通过量(kg/h)	500~600
出口打浆度(*SR)	18~20

② 两段 $\phi 450$ 盘磨机串联打浆的第一段的条件如表10-1-114所示。

表 10-1-114

项 目	厚度为0.075mm	厚度为0.050mm
打浆浓度(%)	4.0~4.5	4.0~4.5
通过量(kg/h)	1000	700~800
进浆压力(kgf/cm ²)	1.6kgf/cm ²	1.8
出口打浆度(*SR)	30~32	38~42
纤维平均长度(mm)	1.7~1.9	1.6~1.7

③ 第二段打成浆的 $\phi 450$ 盘磨机的打浆条件如表 10-1-115所示。

表 10-1-115

项 目	厚度为0.075mm	厚度为0.050mm
打浆浓度(%)	4.0~4.5%	4.0~4.5%
通过量(kg/h)	700	600
进浆压力(kPa)	156.8~178.4 (1.6~1.8kgf/cm ²)	168.6~178.4 (1.7~1.8kgf/cm ²)
成浆打浆度(*SR)	62~64	70~72
纤维平均长度(mm)	1.5~1.6	1.5~1.6

④ 辅料加入量

蓝色电话纸：直接蓝 2B 0.53%

红色电话纸：直接耐酸大红 4BS 0.47%

3. 皱纹卫生纸

皱纹卫生纸分为高级和普通两种。高级卫生纸的定量为 $18 \sim 24 \text{g/m}^2$ 。供人民生活用的卫生纸，如面巾纸、餐巾纸、厕所用纸、妇女卫生纸、婴儿尿布纸等。

(1) 质量要求

- ① 要求纸质柔软，吸水性强，并有一定的湿强度。
- ② 纸面要洁净，白度和色泽鲜艳程度要好。
- ③ 皱纹应均匀一致。

(2) 原料

我国高级卫生纸多用棉纤维，如破布或棉短绒等制成，也可掺用部分化学木浆、化学草浆或废纸等。国外高级卫生纸多用化学木浆和部分废纸制成。

卫生纸不施胶、不加填，可用染料染成各种颜色。

(3) 打浆要求

国外大部分工厂的卫生纸采用针叶木浆和废纸来抄造，其打浆方式多采用长纤维游离状打浆，成浆打浆度在 $24 \sim 28^\circ \text{SR}$ 之间。这种打浆方式可使成纸纸页具有疏松、柔软和吸收性强等特点；但另一方面，纤维结合力小，成纸强度低和匀度差。弥补这些缺点的办法是向浆料内添加化学助剂，如增强剂、纤维分散剂等。采用长纤维游离状打浆的其他目的是：适于高速纸机的网部快速脱水；打浆动力消耗低，节约能源；提高纸机的干燥能力。

我国生产高级卫生纸多使用废棉浆，其打浆方式多采用短纤维半粘状打浆，成浆打浆度在 60°SR 左右。由于棉浆纤维较长，而不经较长时间的打浆，其纤维太长，成浆打浆度偏低，从而纤维分散不均匀，成纸纸页组织匀度差。另一方面，提高打浆度可使棉浆得到一定程度的细纤维化，增加纤维间结合力，从而提高了成纸纸页的强度。此外，由于棉纤维的特点，提高打浆度不致带来纸页的吸收能力严重下降和变硬等问题。

近年来，我国也正在研究采用长纤维游离状的打浆方式并添加纤维分散剂，这已取得了一定的效果。

卫生纸的打浆可采用打浆机、圆柱磨浆机或盘磨机等打浆设备。

(4) 打浆实例

1) 实例一:

① 原料配比: 100%漂白废棉浆生产 $18\text{g}/\text{m}^2$ 高级卫生纸。

② 打浆方法: 废棉浆先用半浆打浆机打成半浆, 随后半浆再用伏特式打浆机打至成浆。

③ 打浆工艺条件和成浆质量

成浆打浆工艺条件和成浆质量如表 10-1-116 所示。

表 10-1-116

打浆浓度(%)	6
打浆时间(h)	3
打浆操作	先轻刀疏解, 再下重刀打浆
成浆打浆度(*SR)	60 ± 2
纤维平均长度(mm)	$0.9 \sim 1.1$

2) 实例二:

① 原料配比: 100%针叶木浆生产 $18\text{g}/\text{m}^2$ 高级卫生纸。

② 打浆设备: 普通打浆机。

③ 打浆工艺条件: 打浆工艺条件如表 10-1-117 所示。

表 10-1-117

打浆浓度(%)	5%
打浆时间(h)	2h
成浆打浆度(*SR)	$26 \sim 28^{\circ}\text{SR}$
纤维分散剂添加量(%)	$0.1 \sim 0.3$ (聚氧化乙烯)

4. 鸡皮纸

鸡皮纸是一种食品及工业包装用纸, 定量为 $40\text{g}/\text{m}^2$, 分白色和本色两种。

(1) 质量要求

- ① 要求有较高的机械强度,特别是应具有较高的耐破度。
- ② 要求成纸有良好的光泽,并且外观应有透明感和油腻感。
- ③ 纸面要求平整,不许有影响使用和外观的纸病。

(2) 原料

鸡皮纸要求物理强度高,一般多用硫酸盐针叶木浆或亚硫酸盐针叶木浆来生产,不加填料,而用松香胶进行施胶。

(3) 打浆要求

鸡皮纸的打浆一般采用半粘状打浆的方式,成浆打浆度在 $37\sim 40^{\circ}\text{SR}$ 左右。打浆要求有一定的细纤维化程度,以提高纤维之间的结合力,增加成纸物理强度,另外为了得到较高的耐破度,在打浆过程中应尽量保持纤维平均长度,避免纤维被切得过短。

鸡皮纸的打浆可用打浆机、圆柱磨浆机和盘磨机等来完成。

(4) 打浆实例

商品浆板先经水力碎浆机,随后通过两台串联的圆柱磨浆机,再通过一台 $\phi 450$ 盘磨机打至成浆。

打浆的工艺条件如表 10-1-118 所示。

表 10-1-118

打浆浓度	(%)	3.0~3.5%
通过量	(kg/h)	300~350
原浆打浆度	($^{\circ}\text{SR}$)	18~20
成浆打浆度	($^{\circ}\text{SR}$)	37~40
纤维平均长度	(mm)	1.1~1.2

松香添加量为 1.2%, 硫酸铝用量为 3.6%, 施胶后浆料 pH 值为 4.0~4.2。

第二节 内部施胶

一、概 述

1. 施胶的目的

习惯上，施胶是指使纸和纸板取得抗水性能的加工程序。就广义而言，施胶是指对纸浆、纸或纸板进行处理，使获得抗拒流体渗透的性能。

抗拒流体渗透性能包括抗水(例如包装用纸和纸板)、抗墨水(例如书写纸)、抗油(例如食品包装纸)、抗拒印刷油墨(例如印刷纸)等，同时也包括抗拒水蒸汽(例如纸袋纸)、抗血(例如肉食包装纸)等。

2. 施胶纸和不施胶纸

大多数纸和纸板是经过施胶的，称为施胶纸和纸板，也有一些纸和纸板是不需要施胶的，称为不施胶纸和纸板，这主要取决于纸和纸板的用途。

(1) 施胶纸

施胶纸大致包括以下几大类，如表 10-2-1 所示。

表 10-2-1

类 别	纸 种 示 例
包装用纸	纸袋纸，水泥袋纸，普通包装纸，牛皮纸，条纹牛皮纸
书写用纸	书写纸，有光纸，帐簿纸，笔记本纸
制图用纸	制图纸，地图纸，海图纸
印刷用纸	胶版印刷纸，凸版印刷纸，凹版印刷纸，字典纸，钞票纸，邮票纸
浸渍用纸	柏油原纸

续表

类 别	纸 种 示 例
涂液用纸	照像原纸, 晒图原纸, 涂布纸原纸
建筑用纸和纸板	糊壁纸, 建筑纸板
包装用纸板	箱纸板, 瓦楞纸板, 牛奶瓶用纸板
其 他	描图纸, 防油纸, 半透明纸, 字型纸板, 提花纸板, 打字纸, 邮封纸, 火柴纸, 鸡皮纸, 相贴纸

(2) 不施胶纸

不施胶纸大致包括以下几大类, 如表 10-2-2 所示。

表 10-2-2

类 别	纸 种 示 例
要求具有一定吸收性能的纸	卫生纸, 餐巾纸, 面巾纸, 滤纸, 吸墨纸
电气绝缘用纸	电容器纸, 电缆纸, 电话纸, 浸渍绝缘纸, 电绝缘纸板
浸渍加工用原纸	油毡原纸, 蜡纸, 温床育苗纸
变性加工用原纸	铜纸原纸, 羊皮纸原纸
其 他	拷贝纸, 卷烟纸, 新闻纸, 彩色皱纹原纸, 食品包装纸, 蜡光原纸, 电子计算机专用纸, 封面纸板, 包装纸板, 手风琴风箱纸板

3. 施胶程度

纸张的施胶程度可分为重施胶和轻施胶, 但不易严格划分, 而大体的划分如表 10-2-3 所示。

表 10-2-3

施胶程度	纸 种 示 例
重 施 胶	书写纸, 帐簿纸, 笔记本纸, 画报纸, 胶版印刷纸, 书皮纸, 绘图纸, 钞票纸, 地图纸, 海图纸, 照相原纸, 水泥袋纸, 条纹牛皮纸
轻 施 胶	普通包装纸, 凸版印刷纸, 凹版印刷纸, 字典纸, 邮票纸, 打字纸, 有光纸, 火柴纸, 晒图原纸, 半透明纸, 邮封纸

4. 施胶方法

施胶方法大体分为内部施胶和表面施胶。

(1) 内部施胶

内部施胶或称纸内施胶，即是在纸浆中添加施胶剂，再抄成具有憎液性能的纸和纸板。这是施胶的主要方法。

(2) 表面施胶

表面施胶是将纸或纸板浸入施胶剂溶液中，或在其表面涂上

表 10-2-4

纸 种	施胶度(mm)	纸 种	施胶度(mm)
凸版印刷纸	不少于0.25	包衬纸	不小于0.75
薄凸版纸	微量施胶	盲文印刷纸	不小于2.0
凹版印刷纸	不小于0.25	蜡光原纸	0.5~1.0
胶版印刷纸	不小于0.5~0.75	纸管纸	不小于1.25
薄画报纸	不小于1.0	周报纸	不小于1.0
书写纸	不小于0.75~1.25	导火线纸	不小于2.0
书皮纸	不小于1.0~1.25	半透明纸	不小于0.75
水彩画板	不小于2.0	水泥袋纸	不小于1.25
彩版纸	不小于0.25	米卡纸	不小于1.5
晒图原纸	正反面平均值, 15~20g/m ²	打孔卡纸	不小于1.5
招贴纸	不小于0.5	牛皮纸	不小于0.75~2.0
白卡纸	不小于1.0~1.5	条纹牛皮纸	不小于0.5~1.5
扑克牌面纸	不小于1.0	条纹柏油原纸	不小于0.5
扑克牌芯纸	不小于1.0	食品包装纸	不小于0.5~0.75
有光纸	不小于0.25	砂纸原纸	不小于2.0
打字纸	不小于0.25	照相原纸	不小于2.0
字典纸	不大于0.25 (即微量 施胶)	仿羊皮纸	不小于0.75
图画纸	不小于1.5	感光纸原纸	不小于2.0
地图纸	不小于1.0~1.25	炸药卷纸	不小于0.25
海图纸	不小于2.0	中性包装	不小于0.75
邮封纸	不小于0.25	纱管原纸	不小于1.25
鸡皮纸	不小于0.5	提花纸板	不小于1.0
铝箔衬纸	微量施胶至不小于0.25	贴花衬纸	不小于0.75
		牛皮箱纸板	不小于0.75

一层施胶剂，借以取得憎液性能或其他性能。

5. 内部施胶剂的种类

主要有：(1) 松香胶；(2) 石蜡胶；(3) 硬脂酸胶；(4) 沥青胶；(5) 石油树脂胶；(6) 合成胶料。其中以松香胶使用得最广泛，国际上则有向合成胶料发展的趋势。

6. 松香胶的种类

主要有：(1) 白色松香胶(游离松香含量 15~40%)；(2) 热法或冷法制备的褐色松香胶；(3) 强化松香胶；(4) 分散松香胶；(5) 高游离松香胶；(6) 石蜡松香胶。

在松香胶中，获得广泛应用的是白色松香胶。而有些造纸厂仍沿用褐色松香胶或冷法松香胶，但当前在国际国内均有趋向采用强化松香胶和分散松香胶以取代部分白色松香胶，这可以节约松香，以取得同一的施胶效果。

7. 一些纸种的施胶度要求

一些纸种对施胶度的要求如表 10-2-4 所示。

二、松香的种类、组成和性质

(一) 松香的种类

松香和松节油是一种天然树脂和天然芳香油，它们以溶液状态存在于某些针叶木的树脂道中，尤其在松属树木中含量最多，可用不同的方法提取。

松香共分三种，即脂松香、木松香和浮油松香，如表 10-2-5 所示。

三种松香都呈黄色至棕色，后两种松香的色泽更深些。我国造纸工业多采用从树汁加工提炼的脂松香，它的质量较好，而国外造纸工业采用浮油松香也占很大比重。浮油松香的优点是纯度较高，但其缺点是颜色较深和易于结晶。

表 10-2-5

松香种类	来 源 和 特 点
脂 松 香 (松脂松香)	在松树立木上割开裂口, 收集流出的树汁, 此即为松脂, 再加以蒸馏, 除去松节油, 即得到脂松香, 又称松脂松香
木 松 香 (树根松香)	从松树树根和松材中提取出的松香, 称为木松香, 又称树根松香
浮 油 松 香 (塔罗油松香)	在以松木为纤维原料的硫酸盐法制浆中, 采用硫酸处理其塔罗油副产品, 沉淀得出的松香, 即为浮油松香, 又称塔罗油松香

(二) 松香的组成

松香是一种复杂的混合物, 其中酸性物占 90% 左右 (主要是树脂酸的同分异构体, 还有少量脂肪酸), 中性物约占 5~10%。

各类松香的树脂酸、脂肪酸和中性物含量如表 10-2-6 所示。

表 10-2-6

	含 量 (%)			
	脂松香 (马尾松)		木松香	浮油松香
	江西南部	福建中部		
树脂酸	86.48~88.72	85.63~87.70	71~75	90以上
脂肪酸	3.93~5.44	3.42~5.39	6~8	2以下
中性物	5.24~7.63	6.44~6.99	10~15	4~7
氧化树脂酸			7~9	

树脂酸是松香的主要组成部分, 有许多同分异构体, 其共同的分子式为 $C_{10}H_{16}COOH$ 。它们是具有一个三环菲骨架、大都含有两个双键的一元羧基。

马尾松脂松香中树脂酸的组成因产地、生长条件和采脂季节的不同而稍有差异, 如表 10-2-7 所示。

表 10-2-7

松香产地	各树脂酸的含量, % (以树脂酸总量为100%)						
	海松酸	未定酸 ^①	长叶松酸	异海松酸	脱氢枞酸	枞酸	新枞酸
福建中部	9.16	3.14	23.35	4.22	6.36	38.92	14.82
	9.88	3.09	19.51	3.94	5.60	43.95	14.00
江西南部	9.20	2.60	19.50	2.60	4.70	46.30	15.00
	9.90	3.00	17.00	2.80	6.70	47.10	13.50
安徽南部	8.80	2.80	25.60	3.40	4.80	38.40	16.10
	9.60	3.20	27.50	3.30	4.90	35.80	15.60
广东西部	9.20	0.80	28.20	2.30	4.50	38.40	16.50
	9.30	0.70	17.50	1.70	4.70	51.80	14.20

注: ①可能是山达海松酸。

(三) 松香的性质

松香的一般物理性质如表 10-2-8 所示。

表 10-2-8

指 标	数 值
外 观	透明, 硬脆的固体, 带松节油气味, 折断面似贝壳, 有玻璃状光泽
颜 色	淡黄至褐红色
密度(g/cm ³)	1.070~1.085
软化点(℃)	一般不低于70℃, 通常在75℃左右开始软化
熔化点(℃)	一般在90~135℃时熔化
皂 化 剂	能与Na ₂ CO ₃ 、NaOH或KOH反应, 生成松香酸钠或松香酸钾

松香易溶于酒精、丙酮、乙醚、松节油、氯仿、四氯化碳和苯等, 在汽油、煤油中的溶解性较差, 不溶于冷水, 在热水中部

分被乳化。

适合于造纸工业中作为施胶剂的松香的一些指标,如表 10-2-9 所示。

表 10-2-9

指 标	数 值
皂化值(mg KOH/g)	160~170
不皂化物(%)不大于	8
挥发密(%)不大于	0.5
机械杂质含量(%)不大于	0.07
颜 色	呈橙黄色且透明

松香长期暴露在空气中,能被氧化,在较高的温度下,粉末状的松香更易氧化变色,降低其使用价值,从而要避免把松香置于阳光下曝晒、雨淋或磨碎曝露于空气中

(四) 松香的质量标准

本标准适用于由松树采集的松脂蒸馏制得的松香,即脂松香。松香按质量标准分为“特、一、二、三、四、五、六、七、八”计九级,各级松香需符合表 10-2-10 的要求。

表 10-2-10

指 标 名 称			特级	一级	二级	三级	四级	五级	六级	七级	八级
颜 色	色 泽		微黄	淡黄	黄色	深黄	黄棕	黄红	深黄红	淡棕红	棕红
	不深于罗维 邦色号*	黄	12	20	30	40	50	60	70	75	75
		红	1.2	2.1	2.5	3.4	4.5	5.6	7.7	11.5	18.5
外 观			透 明								
软化点(环球法)(℃不小于)			72			70					
酸值(m ₃ KOH/g不小于)			166			164			160		

续表

指 标 名 称	特级	一级	二级	三级	四级	五级	六级	七级	八级
不皂化物含量(％不大于)	6		7			8			
机械杂质含量(％不大于)	0.05		0.07			0.10			

注* 罗维邦色号是在英国测定的仪器罗维邦色调计 (Lovibond Tintometer) 上测定出的色号等级。

脂松香的颜色一般由淡黄色到棕褐色。市售的松香按色泽分为九个等级，色浅的松香较色深的松香质量好。但是对于造纸工业，一般认为，4~5 级松香呈黄棕色且透明，易于熬制，并且施胶效果也较好，最适用。

2~3 级松香呈浅黄色，透明度也较好，但用于造纸施胶效果较差，并且不易熬制。

根据松香的外观，可作出初步质量判断：松香断面色淡而不透明者，则残存松节油较多，松香不易皂化。松香断面多孔而不透明者，则含不皂化物较多，当这种松香制成胶料再稀释时，易于析出沉淀，从而不宜用于施胶。

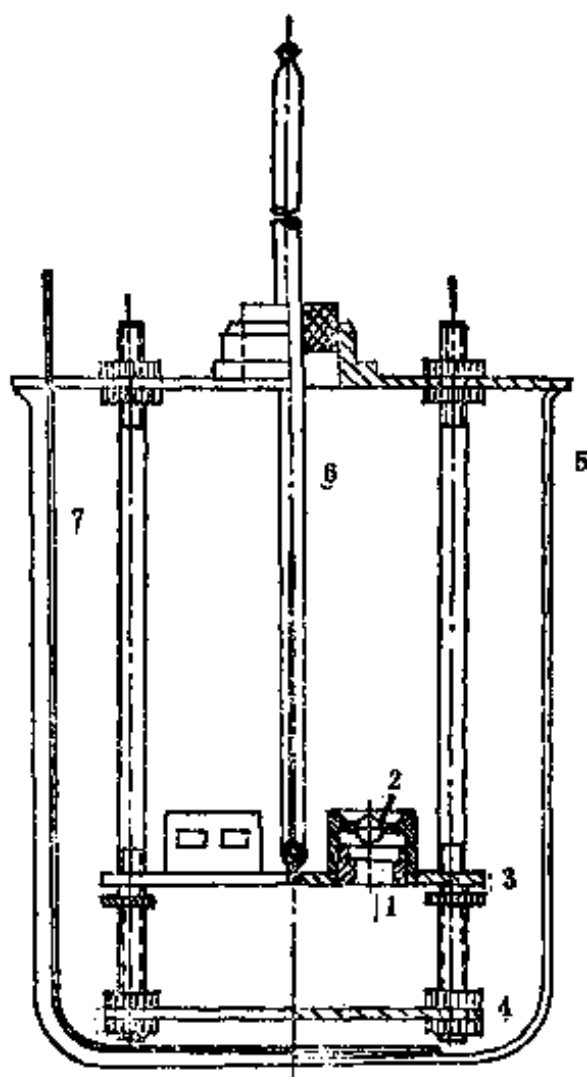


图 10-2-1 环球法松香软化点的测定仪器示意图

- 1—松香圆片 2—钢球 3—环架金属板
4—金属平板 5—烧杯 6—温度计
7—搅拌器

(五) 松香软化点的测定

环球法松香软化点的测定是将松香圆片置于盛有清水的烧杯中的钢球的正下方,测定时升高烧杯中的水温,待松香开始软化,钢球即行缓慢下落,记录下此时的温度,这就是环球法的松香软化点,其仪器如图 10-2-1 所示。

三、白色松香胶和褐色松香胶

对一定量的松香加入不同的碱量而熬制成白色松香胶(简称白色胶或酸性胶)和褐色松香胶(简称褐色胶或中性胶)。前者系加入一定量的碱,皂化部分松香,胶料中还含有部分游离松香,称之为白色胶。国内造纸工业多采用白色胶作为施胶剂。后者系加入足够量的碱使全部松香均被皂化,称为褐色胶。

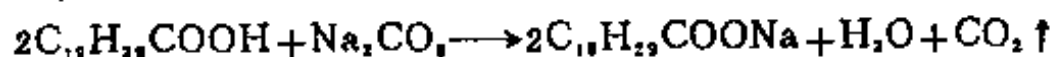
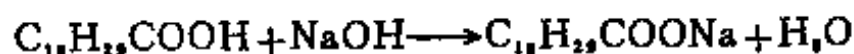
两种胶在外观上的区别是,褐色胶比较透明,呈褐色或黄褐色,白色胶是混浊而不透明的液体,与水混合时呈白色或淡黄色。

白色胶和褐色胶在使用时都是将其先用水充分乳化稀释,形成松香乳液,再注入纸浆中。

(一) 松香的皂化剂

由于松香是不溶于水的,因此需要加碱将它皂化和溶解。常用的皂化剂有烧碱和纯碱。

用烧碱或纯碱皂化时,其反应方程式如下:



由上式可见,用纯碱熬胶时,在过程中生成大量二氧化碳气体,这会促使松香胶颗粒的分散,使其不易凝结成团。而用烧碱熬胶时,则必须加强搅拌,否则易于出现聚团现象,严重影响皂化反应。此外,烧碱的价格也较贵,为此,一般除制冷法松香胶

外，多采用纯碱。

1. 烧碱

烧碱即工业用氢氧化钠，亦叫苛性碱或火碱。烧碱中主要杂质为碳酸钠、氧化钠、硫酸钠、铁铝氧化物等。造纸厂用烧碱主要测定其总碱量、活性碱量，用以计算制备蒸煮液或熬制松香胶的用碱量。

2. 纯碱

工业用碳酸钠叫纯碱，又叫苏打。纯碱的主要杂质为氯化钠、碳酸氢钠、硫酸钠及铁盐等。熬胶用纯碱，最忌含有过多的钙盐或铁盐。因为钙、镁离子易与松香作用，生成不溶性的钙皂或镁皂，影响施胶效果，严重时还会引起树脂障碍。

(二) 用碱量和用水量

1. 用碱量计算

在计算用碱量时，要注意所要求的游离松香含量、所使用的松香的皂化值，以及化学药品的纯度。熬胶时所需碱量可按下式计算：

$$A = \frac{OM_2}{M_1P}(100 - C)$$

式中 A ——用碱量，1%对松香用量

O ——松香的皂化值（以测定皂化值所用的 KOH 百分比表示）

M_1 ——测定皂化值所用 KOH 的当量

M_2 ——熬胶时用碱的当量

C ——胶液中游离松香含量（%）

P ——熬胶用碱的纯度（%）

2. 用碱量换算表

用碱量可由换算表查得，表中数字是指纯碱纯度为 100% 的，在实际应用中，需根据实际用碱纯度进行折算。表 10-2-11 示出

表 10-2-11

皂化值 \ 游离松香含量	0%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
161	15.20	13.69	12.93	12.17	11.41	10.65	9.89	9.13
162	15.30	13.77	13.01	12.24	11.48	10.71	9.95	9.18
163	15.40	13.86	13.09	12.32	11.55	10.78	10.01	9.24
164	15.49	13.94	13.17	12.39	11.62	10.84	10.07	9.29
165	15.58	14.03	13.25	12.47	11.69	10.91	10.13	9.35
166	15.68	14.11	13.33	12.54	11.76	10.98	10.19	9.41
167	15.78	14.20	13.41	12.62	11.84	11.05	10.26	9.47
168	15.87	14.28	13.49	12.70	11.90	11.11	10.32	9.52
169	15.97	14.37	13.58	12.78	11.98	11.18	10.38	9.58
170	16.06	14.45	13.65	12.85	12.05	11.24	10.44	9.64
171	16.15	14.54	13.73	12.92	12.11	11.31	10.50	9.69
172	16.25	14.63	13.81	13.00	12.19	11.38	10.56	9.75
173	16.34	14.71	13.89	13.07	12.26	11.44	10.62	9.80
174	16.44	14.80	13.97	13.15	12.33	11.51	10.69	9.87
175	16.53	14.88	14.05	13.22	12.40	11.57	10.75	9.92
176	16.63	14.97	14.14	13.30	12.47	11.64	10.81	9.98
177	16.72	15.05	14.21	13.38	12.54	11.70	10.87	10.03
178	16.82	15.14	14.30	13.46	12.62	11.77	10.93	10.09
179	16.91	15.22	14.37	13.53	12.68	11.84	10.99	10.15
180	17.00	15.30	14.45	13.60	12.75	11.90	11.05	10.20

每 100kg 松香需要纯碱（纯度 100%）的公斤数。

3. 用碱量用图解法换算

已知松香的皂化值以及松香胶所要求的游离松香含量，可用

图解法求得熬胶时用碱量。

例如,松香的皂化值为 168,松香胶所要求的游离松香含量为 30%,求熬胶时的用碱量。如图 10-2-2 所示的虚线,将皂化值标尺上 168 读数与游离松香标尺上 30% 读数,用直线连接,直线通过用碱量标尺的 Na_2CO_3 读数 11.11kg,即为熬胶时的用碱量。

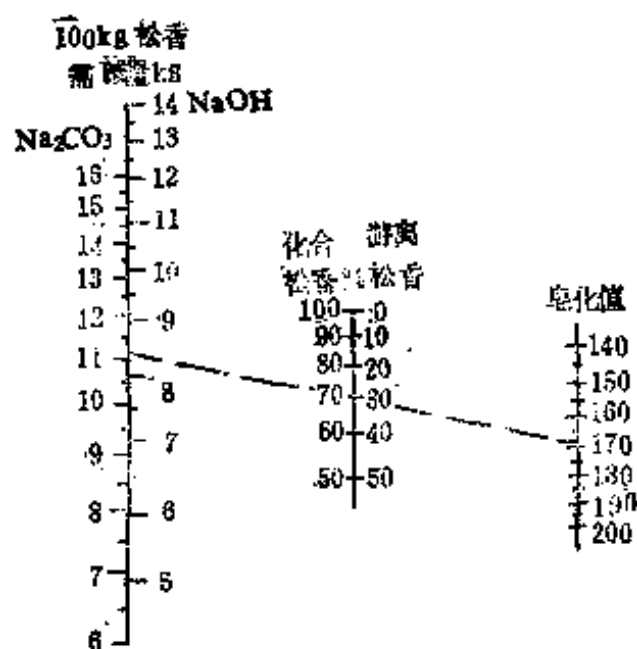


图 10-2-2 换算用碱量图解法

4. 用水量

熬胶用水量的多少决定了胶的浓度,并和松香胶中的游离松香含量有很大关系。游离松香含量高的胶料用水量少,以防止悬浮液产生分层情况。反之,含游离松香低的胶料,加水量可以多一些。表 10-2-12 示出游离松香含量与熬制胶料用水量的关系。

表 10-2-12

游离松香含量	用水量与松香重量百分比
0~10%	80~150%
25~35%	60~70%
40~45%	40~50%

(三) 白色松香胶的制备

白色松香胶的制备大体可分为以下几个步骤:熬制松香胶,松香胶的过滤、乳化、稀释,松香乳液的贮存等。

一种白色松香胶的制备流程如图 10-2-3 所示。

1. 熬胶锅(松香锅)

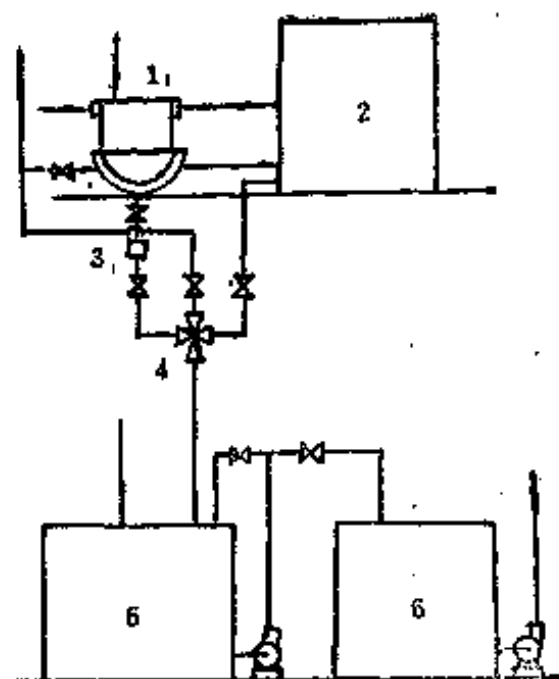


图 10-2-3 白色松香胶制备流程示意图

1—熬胶锅 2—热水槽 3—过滤器 4—喷射乳化器 5—乳化槽 6—贮存槽

熬胶锅通常是由钢板制成，一般均为开口式，其加热方式等如表 10-2-13 所示。

表 10-2-13

项 目	说 明	
加热方式	直接通汽加热	直接通汽加热虽能加快熬制过程，但由于蒸汽的冷凝水易于稀释胶液，并且熬制温度不易控制，为此目前不常采用
	间接通汽加热	间接通汽加热可防止蒸汽冷凝水进入胶液。在个别情况下，有时在加热清水和溶解碳酸钠时采用直接通汽加热，而在熬制时采用间接通汽加热。
搅拌方式	人工搅拌	人工搅拌仅适用于一些生产量极小的造纸厂，熬胶锅的容积不能太大，并且搅拌也不均匀
	电动搅拌	目前的熬胶锅多采用带搅拌叶的电动搅拌
其他	熬胶锅的锅体一般为圆柱形，锅底为半球形。锅体下部通常装有带进汽管和冷凝水排出管的蒸汽夹套以进行间接通汽加热，也有为了达到同一目的而在锅内安装蛇形管的	

1 m³ 定型设备熬胶锅如图 10-2-4 所示。

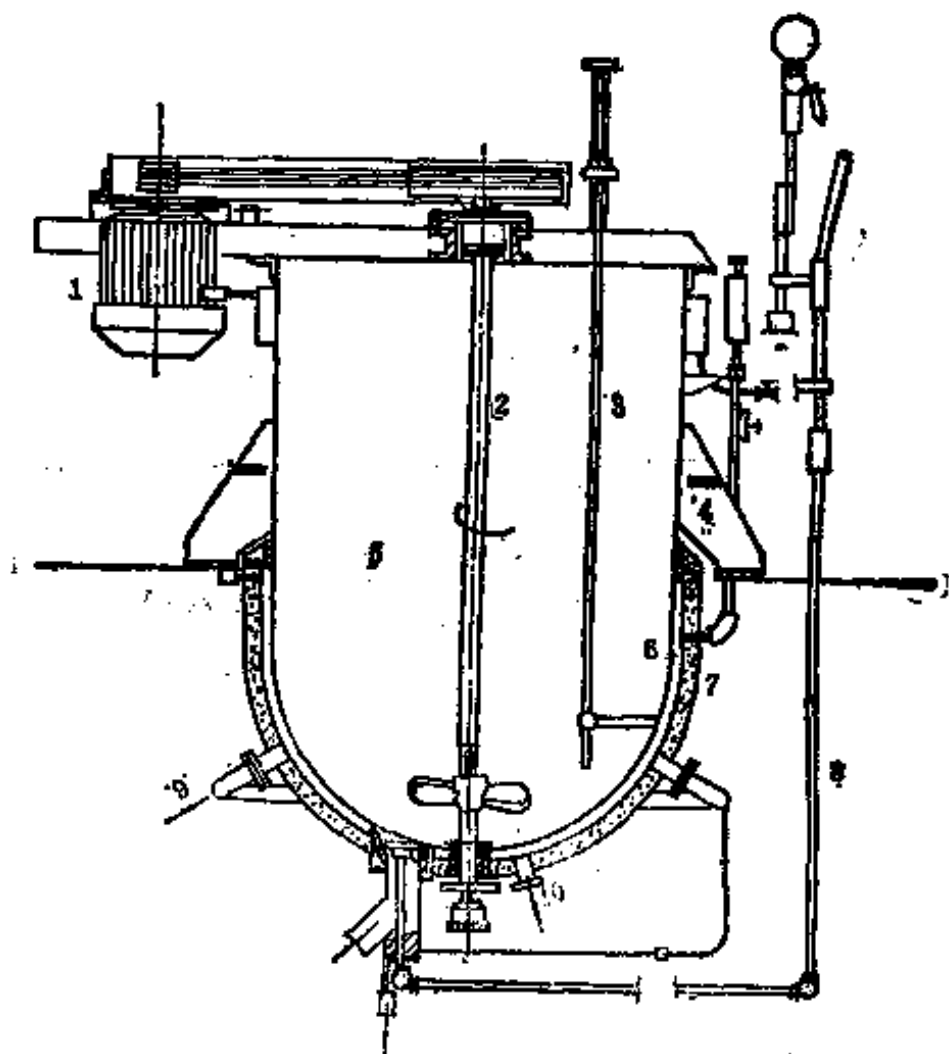


图 10-2-4 1m³ 定型设备熬胶锅

1—电动机 2—搅拌器 3—温度计 4—支撑脚 5—锅体 6—蒸汽夹套 7—保温层 8—放料操作机构 9—蒸汽入口 10—冷凝水出口

这种熬胶锅的特点是：

① 容积为 1m³，锅内设有搅拌装置，由 2.2kW 电动机通过减速装置带动。

② 锅体下半部设有夹套，供间接通汽加热用。

③ 在夹套外壁，引出压力管，安设压力计。

④ 在锅体上部设有冷却水套，供通入冷水使锅内物料获得降温，防止物料随同熬胶时产生的泡沫外溢。

⑤ 锅盖由薄铁板制成，一半固定在锅顶，另一半则可以掀开，供装料用。

⑥ 卸料口设于锅体底部，与放料阀门和放料管道相连接。

⑦ 放料管道与过滤器和喷射乳化器相连接,打开放料阀门,即可将锅内松香胶卸出,使其通过松香胶过滤器,进入喷射乳化器,得到乳化,流入乳化槽。

1m³ 定型设备熬胶锅的主要规格如表 10-2-14 所示。

表 10-2-14

项 目	规 格
有效容积	1m ³
加热面积	2.4m ²
夹套内蒸汽压力	196~294kPa (2~3kg/cm ²)
搅拌叶个数	2个
搅拌轴转速	234r/min
搅拌叶直径(两叶)	320mm
锅体尺寸(直径×总高度)	41050×1525mm
电动机	2.2kW
外形尺寸(高度×长度×宽度)	2250×2000×1350mm
水银或温度计	测温范围为0~150℃

其他类型熬胶锅的规格尺寸如表 10-2-15 所示。

表 10-2-15

项目 \ 容积	0.5m ³	0.78m ³	1.56m ³
总高(mm)	1150	1350	1797
内径(mm)	700	1000	1200
下部形状	半圆形	半圆形	半圆形
加热方式	夹套间接加热	夹套间接加热	夹套间接加热
加热面积	1m ²	1.6m ²	2.2m ²
搅拌方式	人工搅拌	搅拌叶电动搅拌	搅拌叶电动搅拌
电动机		1kW, 960r/min	4.5kW, 1450r/min

2. 熬制的工艺要求

几项熬制的工艺要求如表 10-2-16 所示。

表 10-2-16

项 目	工 艺 要 求
熬胶锅的装锅量	熬胶锅的装锅量不能超过容积的 $\frac{1}{3}$ 。一般熬胶锅的容积应大于所制松香胶的体积的5~6倍
松香块的规格大小	要均匀, 松香块太大, 与纯碱反映缓慢; 松香块略小, 暴露的总表面较多, 有利于促进反应速度。但松香块也不应过小, 更不能成粉末, 否则反应过快, 反面会使制成的胶料结块成团。实践证明, 直径约50mm (即核桃大小) 的松香块较为适宜
用碱量	熬制白色松香胶应根据所要求的游离松香含量计算出所需加入的碱量
用水量	熬制时用水量应根据胶料中游离松香的含量而变化, 其关系加表10-2-12 所示

3. 熬制要点

(1) 松香和纯碱的加入顺序有三种方法, 以第一种最为常用。三种加入顺序如表 10-2-17 所示。

表 10-2-17

加入顺序	操作要点和优缺点
先加碱后加松香	在熬胶锅内先注入清水, 通汽加热, 待水热的至80~90℃时, 加纯碱并进行搅拌, 同时将其加热至沸腾, 使纯碱全部溶解, 随后在搅拌的情况下缓慢地加入松香块 这种方法操作简单, 并能缩短熬制时间, 是当前最常采用的方法
先加松香后加碱	先加入松香, 加热使之溶解, 再加入已经沸腾溶解的碱液, 随后进行熬制 这种方法虽然反应较均匀, 但其缺点是: ①熬制的时间太长, 因为在锅内溶解松香的升温时间必须很长, 否则会使松香烧焦; ②需要特别贮存槽供溶解和加热碱液用
先加部分碱后加松香	先加入需碱量的 $\frac{1}{3}$ 进行溶解, 再加入松香进行皂化, 然后逐渐加入其余的 $\frac{2}{3}$ 的纯碱溶液 这种方法可以适当缩短熬制时间, 又能取得反应均匀的效果, 但由于操作麻烦, 不常采用

(2) 熬胶锅的搅拌装置既起保证胶料均匀的作用, 又能促进反应速度。有些厂采用 240r/min 左右的搅拌速度, 借以缩短熬制时间。有些厂则倾向于 140~150r/min 的搅拌速度, 既能适当

缩短熬胶时间，又较便于控制熬胶操作。也有的厂采用 $24\sim 21r/min$ 的搅拌速度。

(3) 在熬胶开始时，不允许将松香急速全部投入锅内，以免锅内温度骤然下降，低于松香熔化温度 ($102\sim 105^{\circ}\text{C}$)，致使松香不能全部熔化，结果皂化不均匀不完全。

(4) 当松香投完后就开始正常皂化，白色胶的皂化时间，一般为 $1:30\sim 2:30$ 左右，随设备情况、熬胶量、游离松香含量不同而有所不同。

(5) 熬胶温度一般最高控制在 $102\sim 105^{\circ}\text{C}$ 左右，也有控制在 $95\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间进行的。

(6) 在熬制初期，由于松香与纯碱起化学作用，产生出二氧化碳气体而发生泡沫，锅内液面急剧上升，易于造成锅内物料外溢事故。为了防止泡沫溢出和水量的大量蒸发，这时要控制升温速度不宜过快。另外，如泡沫过多有溢出锅口的趋势，应关小汽门，并利用锅体上方冷却水套进行冷却，使泡沫逐渐下降。不应该采用向锅内注入冷水的方法来减轻沸腾和减少泡沫。如果把冷水直接注入正在沸腾的胶液中，就有凝结形成大的松香块的可能，这也是以后在纸面上形成树脂斑点的原因之一。

(7) 皂化过程中不得停汽过久，避免温度忽高忽低，影响皂化，影响质量。

(8) 松香胶熬成后液面如有松香硬皮应该捞出。

(9) 使用特级松香时，对熬胶的技术控制较困难，有时在熬制过程中就发生凝结呈凝胶状的现象，以致造成浪费。有些厂采用在加碱液沸腾后，先加入对松香重的 10% 石蜡作为分散剂，待石蜡分散后添加松香，再用一般方法进行熬制。实践证明，这可以防止特级松香在熬制时的凝结呈凝胶状。

(10) 熬胶终点的判断：熬胶终点的判断手段如表 10-2-18 所示。

表 10-2-18

终点判断手段	具体观察情况
用棒挑起观察	用棒挑起胶料时,胶料呈片状间断流下,而不是成条连续往下流动,且又呈透明状,不含粒状或块状物,也没有气泡夹杂在其中
用是否粘手指观察	用手指沾上一小滴胶料,试验其是否粘稠,直至不粘手指为止
稀释后观察	将一小滴胶料置于盛有70~80℃热水的玻璃容器中,用玻璃棒搅拌,视其是否能迅速分散,容器底部不应有残余的相互粘结的胶料,所构成的乳白色的白色胶溶液中仍有云采花物质出现,这时应更换较软的水来测试

4. 白色松香胶的坏胶特征及处理

在熬胶过程中如发现坏胶,要及时处理。一般有经验的熬胶工在刚刚发现胶料发白时,立即补充加碱,把它熬成褐色胶使用,这样可以避免造成浪费。

表 10-2-19 列出三种坏胶情况,以及在每锅添加 250kg 松香

表 10-2-19

坏胶程度	坏胶特征	补救措施	最后处理
轻度坏胶	胶料变白,反浆,或有米粒状颗粒	出现后,应立即将 8kg 纯碱溶于 40L 水中,分两次投入锅内	保持 19.6~39.2kPa (0.2~0.4kg/cm ²) 汽压再熬制 2h,待胶料呈黄褐色半透明状使流动时,即成褐色胶,可放胶
严重坏胶	胶料变白,反浆严重,或含有较大的白色疙瘩	出现后,应立即将 10~15kg 纯碱溶于 60L 水中,分三次投入锅内	保持 19.6~39.2kPa (0.2~0.4kg/cm ²) 汽压再熬制 2.5h 或更长时间,待胶料呈褐色或成胶冻状,即成褐色胶,可放胶
极严重坏胶	熬胶初期就出现白色胶料疙瘩,无法再溶解,或在过程中产生过多的大白色疙瘩	出现后无法补救,无需再行加碱处理	应及时排掉

熬制含 35% 游离松香的情况下的补救措施。

坏胶的放胶及乳化情况如表 10-2-20 所示。

以上不论轻度坏胶或严重坏胶,凡加碱补救后再经放胶乳化

表 10-2-20

坏胶程度	放 胶 及 乳 化 情 况
轻度坏胶	经加碱补救后, 可按正常放胶乳化一次进行完毕, 但在放胶乳化前必须把管道和喷射乳化器等清洗干净
严重坏胶	经加碱补救后, 可分2~3次放胶乳化, 也可以敞开过滤器放胶乳化, 随时清理杂物、疙瘩等。凡放胶损失大的, 应酌情减少乳液体积, 以保持胶乳浓度合格

后的胶液, 由于游离松香含量降低, 碱性提高, 乳液可能呈牙黄色, 对施胶无太大影响, 应适当加量使用。但如果乳液已失掉乳状, 在使用时更应酌情加量。

5. 熬制实例

采用夹套间接加热的熬胶锅, 容积 1.56m^3 , 带搅拌器和冷却套。

(1) 成胶特征: 成胶特征要求如表 10-2-21 所示。

表 10-2-21

项 目	要 求
游离松香含量	35~40%
胶料外观	以棒挑起呈透明片状落下, 不含气泡和粒状物
乳液特征	呈乳白色, 松香粒子一般在 $2\mu\text{m}$ 以下

(2) 工艺技术条件: 熬胶的工艺技术条件如表 10-2-22 所示。

表 10-2-22

项 目	条 件
装锅量, 松香量 (皂化值170)	250kg
纯碱量 (Na_2CO_3 以98%计)	28.63kg (以游离松香35%计)
清水量	150kg (对松香60%)
松香块大小	应碾成核桃状大小, 不许有大量粉末
最高熬制温度($^{\circ}\text{C}$)	102~105 $^{\circ}\text{C}$

(3) 操作程序

① 加水前必须将熬胶锅刷洗干净，关好节门注入清水，并开汽加热。

② 加碱时水温为 $85\sim 90^{\circ}\text{C}$ ，溶碱时间大约为 5min，加碱后略加搅拌促其溶解。

③ 投松香时碱液温度为 100°C ，并同时开动搅拌器。

④ 根据松香质量情况，采用分段逐步提高汽压的方法，最高汽压不超过 117.6kPa ($1.2\text{kg}/\text{cm}^2$)。

使用三级或四级普通松香熬制汽压如表 10-2-23 所示。

表 10-2-23

项 目	条 件
投松香时(kPa)	汽压 $39.2\sim 58.8$ ($0.4\sim 0.6\text{kg}/\text{cm}^2$)
投完松香后(kPa)	汽压 $29.4\sim 39.2$ ($0.3\sim 0.4\text{kg}/\text{cm}^2$)
投完松香后20~40min	汽压提到 98kPa ($1.0\text{kg}/\text{cm}^2$)
皂化时间(时:分)	1:40~2:00
熬胶总时间(时:分)	一般控制在 2:00~2:16

表 10-2-24

项 目	条 件
投松香时	汽压 $58.8\sim 78.4\text{kPa}$ ($0.6\sim 0.8\text{kg}/\text{cm}^2$)
投完松香后	汽压 $39.2\sim 58.8\text{kPa}$ ($0.4\sim 0.6\text{kg}/\text{cm}^2$)
投完松香后 15~20min	汽压提到 117.6kPa ($1.2\text{kg}/\text{cm}^2$)
皂化时间(时:分)	1:30~1:50
熬胶总时间 (时:分)	一般控制在 1:50~2:10

使用软化点在 80°C 以上，颜色浅黄带浑浊的特级或一级松香，不易熬制，易于产生大颗粒。这样升温速度应该适当控制，

其熬制汽压条件如表 10-2-24 所示。

⑤ 皂化温度 105℃ 左右，冷却水套外皮温度不高于 70℃。

⑥ 熬胶过程中不得停汽过久，避免温度忽高忽低影响皂化。

⑦ 熬胶后，液面如有松香硬皮应该捞出。

(4) 熬胶的生产检查如表 10-2-25 所示。

表 10-2-25

检查项目	取样地点	检查内容	检查次数
松香	仓库	皂化值、酸值、软化点	每批一次
松香	仓库	小型熬胶试验	每批一次
纯碱	熬胶工段	碳酸钠含量	每包一次
松香胶	熬胶锅	游离松香含量，浓度	每锅一次
松香胶	熬胶锅	熬胶终点，外观	每锅一次

(四) 胶料的过滤

熬制好的松香胶料要进行放胶、喷射乳化。在胶料进入喷射器以前应进行过滤。松香胶过滤器的作用是过滤出松香胶内的杂质粗粒，不使其进入喷射器中。

1m³ 熬胶锅定型设备所附的过滤器如图 10-2-5 所示。

(1) 规格尺寸

这种过滤器的主要规格尺寸如表 10-2-26 所示。

(2) 结构和胶料行程

这种过滤器的主要部件是两层圆筒形的过滤筛板。松香胶从过滤器的一侧进胶口流入筛板的夹层，或穿过外筛板流至过滤器的外层，或穿过内筛板流至过滤器的中部。胶料在上述两种情况下均经过筛板进行过滤后再一道从出胶口流出。

(3) 安装和使用

① 过滤器在安装时要考虑到应有抽出筛板所需要的空间，以

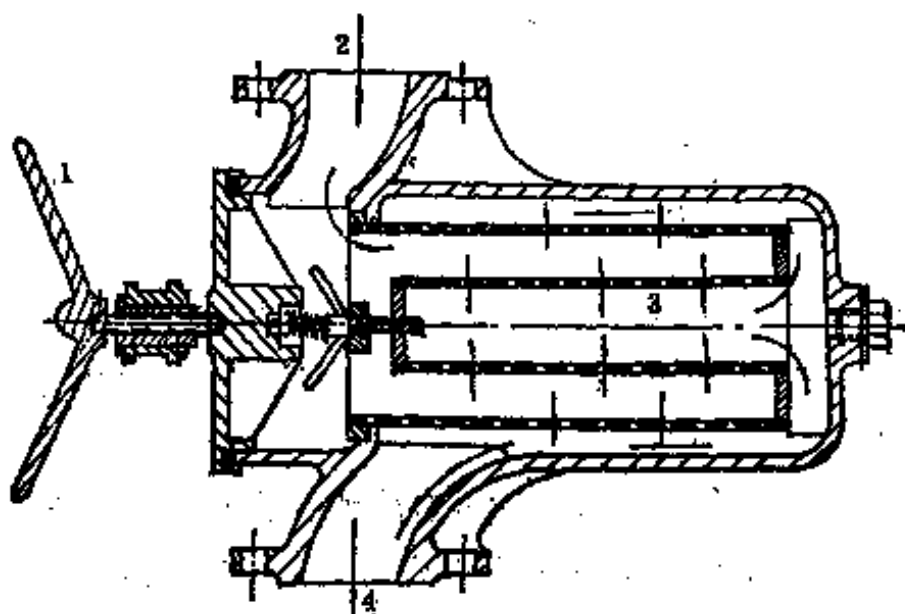


图 10-2-5 定型熬胶锅的过滤器

1—手柄 2—进胶口 3—筛板 4—出胶口

表 10-2-26

项 目	过滤器总 长(mm)	过滤器圆筒 外径(mm)	外筛板内 径(mm)	内筛板内 径(mm)	筛眼直径 (mm)	进出口内 径(mm)
尺 寸	约550	160	126	53	3.5	130

便于清洗筛板。

② 在每次松香胶喷射乳化结束以后，应打开过滤器进行清洗，如胶料熬煮情况良好，过滤器内杂物不多时，可酌情减少清洗次数。

(五) 胶料的乳化

胶料的乳化，是将胶料用水分散与稀释。皂化后的胶料含绝干物约为 70% 左右，需将它们分散在水中，使游离松香粒子悬浮于乳液中，便于使用。乳化的好坏直接影响到松香胶的质量和覆盖能力。

胶料的乳化方法有两种，对于褐色松香胶以及含 20% 以下游

离松香的白色松香胶，可采用人工搅拌的乳化方法，但一般工厂多采用用喷射乳化器进行乳化的方法。

1. 用喷射乳化器的乳化

用喷射乳化器乳化是将熬制好了的胶料与蒸气、温水一起进入喷射乳化器，使胶料在短促时间内受到强烈的机械破碎作用，把粗大的松香胶粒分裂开。对于白色松香胶分裂胶粒的直径约为 $1\sim 3\mu\text{m}$ 。并通过水乳交融，使松香胶乳充分均匀与水混合，成为分散的松香胶悬浮液。

乳化槽内事先盛有 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 清水，清水量应达到稍多于乳化槽容积的 $\frac{1}{3}$ 。喷射乳化结束后，可加冷水稀释乳化槽内乳白液，直至其浓度达到 $20\sim 25\text{g/L}$ 左右，并维持在 $35\sim 40^{\circ}\text{C}$ 以下的温度。与此同时，开动乳化槽附设的搅拌装置或胶料泵，使乳化液获得充分混合，保持稀释度一致。最后，或在乳化槽中，或转送到沉淀槽内，经其静置沉淀 $8\sim 12\text{h}$ ，再用泵送至贮存槽备用。

2. 喷射乳化流程

除图 10-2-3 所示的喷射乳化流程以外，还有以下几种流程：

(1) 型式一

一种喷射乳化流程如图 10-2-6 所示。

特点：

- ① 本流程适用于松香胶乳液需用量较大的工厂。
- ② 两个乳化槽上装有两个喷射乳化器，可以轮流使用。
- ③ 倒胶泵可作为倒胶、输送和循环用。

(2) 型式二

另一种喷射乳化流程如图 10-2-7 所示。

带有一定压力的蒸汽首先进入第一喷射器，对自乳化槽出来的乳液进行喷射，喷射后的液体再进入第二喷射器。将新熬制好的松香胶带进乳化槽，在进入乳化槽时又经喷嘴再次喷射。这样，松香胶乳液从乳化槽至喷射器和喷嘴的反复循环，完成了喷射乳化作用。

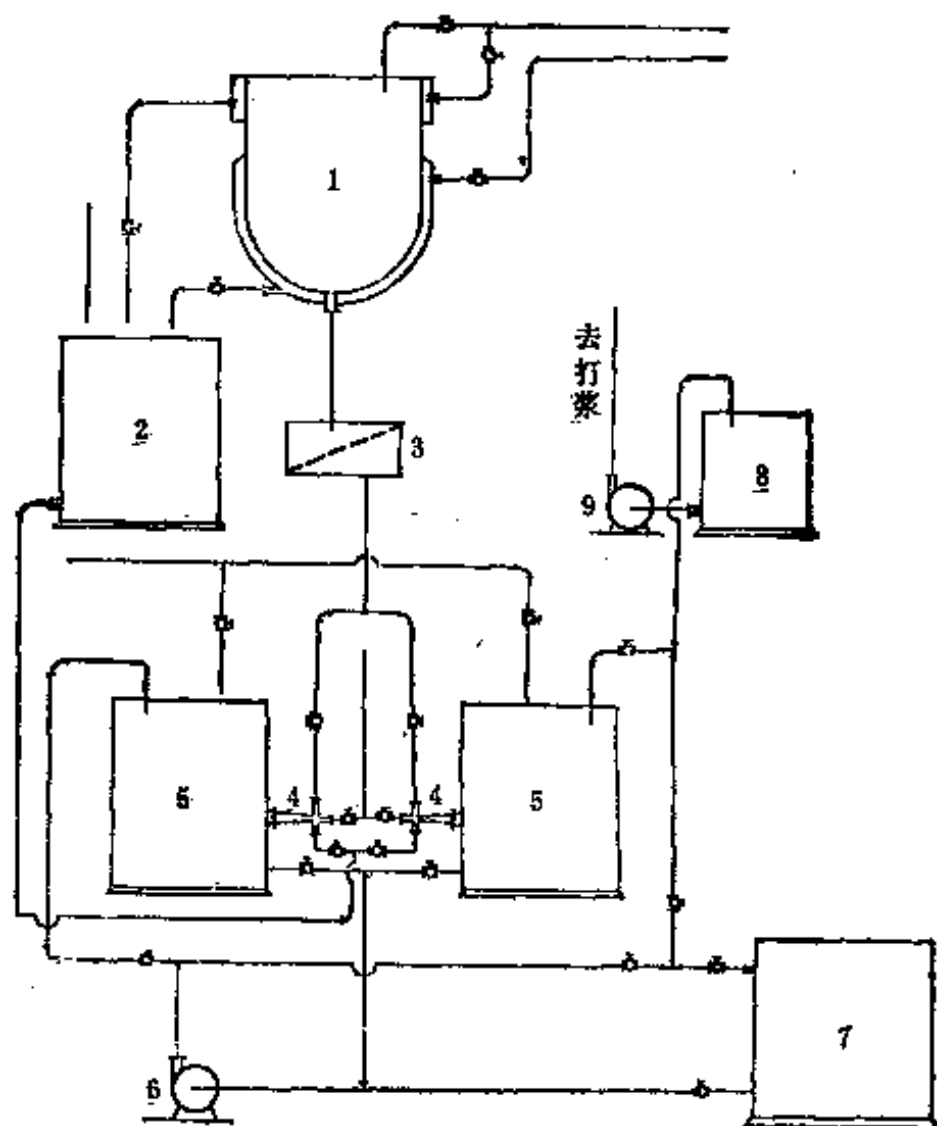


图 10-2-8 一种喷射乳化流程示意图

1—熬胶锅 2—热水槽 3—过滤器 4—喷射乳化器
5—乳化槽 6—倒胶泵 7—贮存槽 8—计量槽 9—送胶泵

(3) 型式三

另一种喷射乳化流程如图 10-2-8 所示。

特点：

① 在熬胶锅的下面装有计量槽，熬制好的松香胶自熬胶锅首先流至计量槽，随后再流至喷射乳化器内。

② 在喷射乳化器内用蒸汽和 $42\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度将松香胶喷射乳化成乳液进入乳化槽。

③ 松香胶乳液自乳化槽流进贮存槽，并用冷水稀释至所需要的浓度备用。

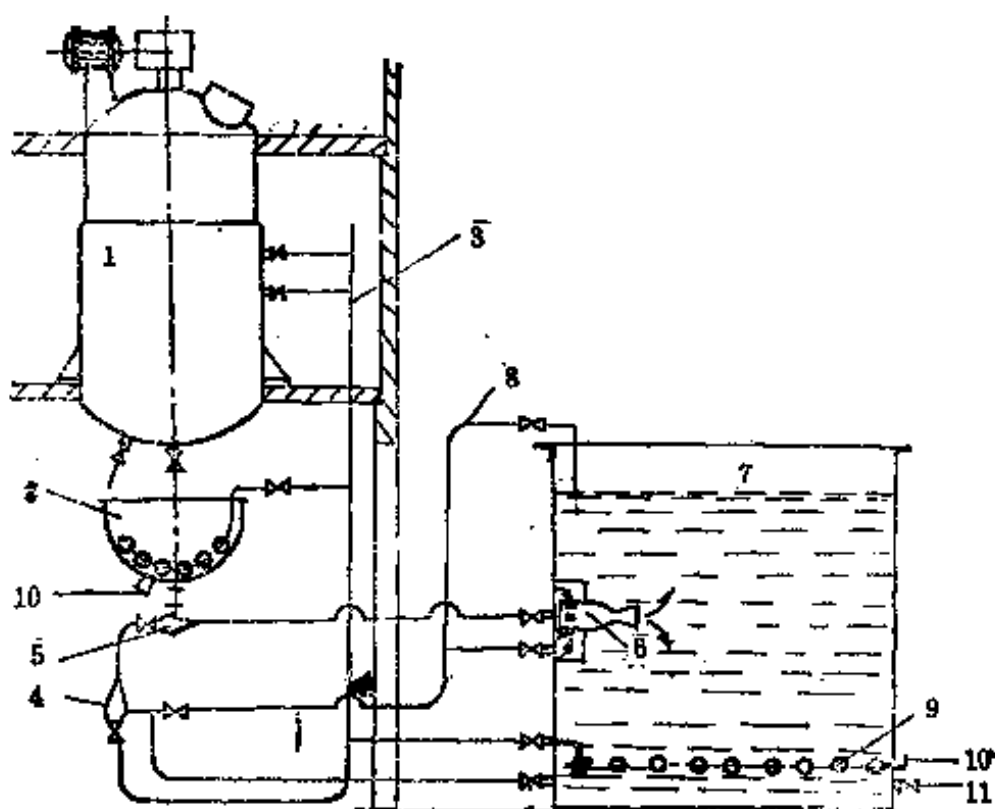


图 10-2-7 一种喷射乳化流程示意图

1—熬胶锅 2—胶液贮存槽 3—蒸汽 4—第一喷射器 5—第二喷射器 6—喷嘴 7—乳化槽 8—冷水 9—加热管 10—冷凝水出口 11—松香乳液出口

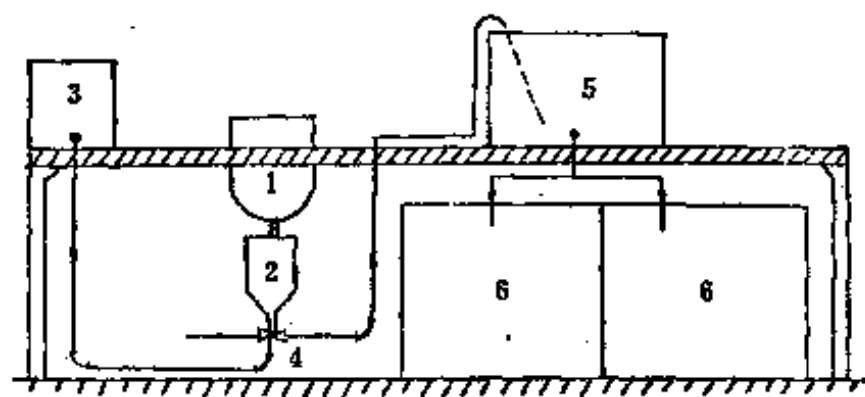


图 10-2-8 一种喷射乳化流程示意图

1—熬胶锅 2—计量槽 3—温水槽 4—喷射乳化器 5—乳化槽 6—松香胶乳液贮存槽

3. 喷射乳化器

(1) 一种常用的喷射乳化器

这种喷射乳化器是由铜制或青铜制喷射管构成，如图 10-2-9 所示。

特点：

① 喷射乳化器有 4 个进出口，即松香胶进口、热水进口、蒸汽进口和乳化液出口。

② 在连接蒸汽进口法兰盘处安装丝杠等结构，用以调节蒸汽喷嘴的伸入深度，以达到良好的效果。

③ 喷射乳化的出口呈喇叭形，其末端有带填料函的凸缘与有关设备连接。

喷射乳化器的规格如表 10-2-27 所示。

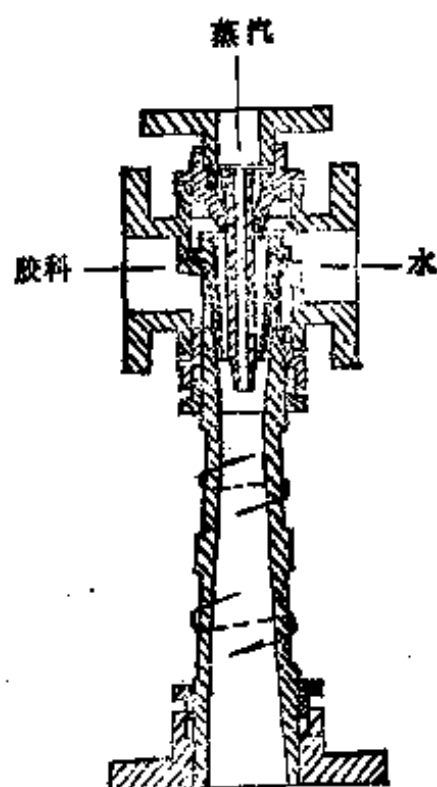


图 10-2-8 一种喷射乳化器示意图

表 10-2-27

总长(mm)	管 径 (mm)			蒸汽管探出水管端(mm)
	胶液管	蒸汽管	水管	
495	50	25	50	约 20

(2) 另一种喷射乳化器

另一种喷射乳化器如图 10-2-10 所示。

本设备的特点是只有两个进口，一是蒸汽进口，一是松香胶液进口，蒸汽将松香胶液喷射至乳化槽内的热水中而完成了乳化作用。

4. 乳化的工艺条件

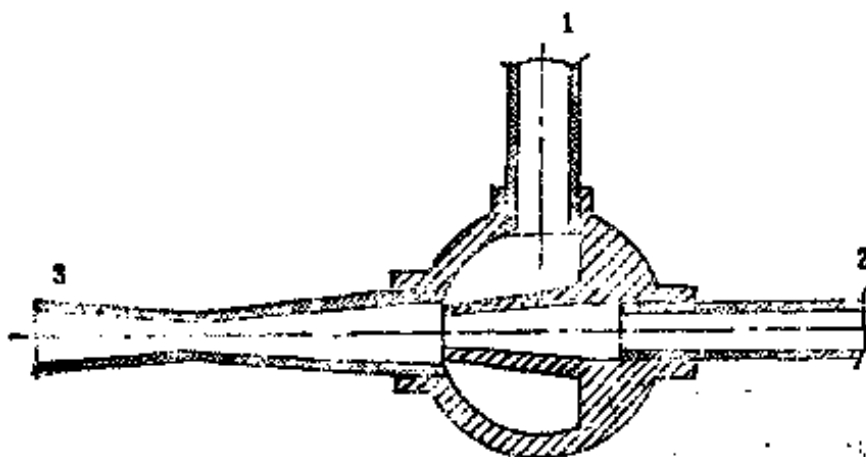


图 10-2-10 一种喷射乳化器示意图

1—胶液管 2—蒸汽 3—出口

白色松香胶乳化的主要工艺条件如表 10-2-28 所示。

表 10-2-28

项 目	说 明
松香胶温度	乳化前松香胶温度应在80℃以上，刚熬制完成的胶料可立即直接进行乳化
清水量	乳化槽内事先盛有20~25℃的清水，清水量应达到稍多于乳化槽容积的 $\frac{1}{3}$
蒸汽压力	喷射乳化器用蒸汽的汽压应为588~686kPa(6~7kg/cm ²)，也有使用392~490kPa(4~5kg/cm ²)的
温水的温度	通入喷射乳化器的温水温度夏季为60~65℃，冬季为70~75℃左右
乳液浓度	喷射乳化结束后，可加冷水稀释乳化槽的乳液，直至其浓度达到10~30g/L，大多为20g/L
乳液最终温度	应保持在35~40℃以下
均 匀 性	在乳液稀释的同时，应开动乳化槽附设的搅拌装置或胶液泵，使乳化液获得充分混合，保证稀释程度均匀一致
沉淀时间	乳液在乳化液或转送到沉淀槽静置沉淀8~12h，随后再送至贮存槽备用

5. 影响乳化的因素

影响乳化的因素如表 10-2-29 所示。

表 10-2-29

项 目	说 明
温水量与胶量的比例	一般喷射乳化器的温水管直径是50mm, 胶液管的直径也是50mm, 实际上在喷射乳化时, 通常温水管是全开的, 而胶液管仅少许打开。如果进入的胶液量大, 而温水量不足, 则喷出的乳液浓度过高, 游离松香颗粒也较大
喷射时间	如喷射时间过短, 则通过的胶量大, 温水量少, 这样, 部分的胶料来不及乳化, 造成游离松香颗粒大。如喷射时间过长, 乳化槽内温度高过40℃, 造成部分游离松香凝聚, 影响了乳液质量。以150kg松香为例, 其喷射时间一般以15min左右为宜, 乳化槽内乳液温度应在40℃以内
蒸汽压力	喷射时蒸汽压力越大, 游离松香颗粒越细; 蒸汽压力越小, 颗粒越粗。一般喷射时蒸汽压力为588~686kPa(6~7kg/cm ²)

一般认为, 以三级至五级深黄色至黄红色的松香熬制成的胶料, 经喷射后的颗粒较细, 约为1~3 μ m, 而特级类的微黄色松香制成的胶料喷射后的颗粒较粗, 约为2~4 μ m。

6. 乳化阶段中防止胶粒凝聚变大的措施

(1) 乳化后应立即使乳液离开较高温度的环境, 让其迅速降到40℃以下安定下来, 因为刚被机械破碎作用而分裂的胶粒, 具有剩余的表面自由能, 很不安定。在较高的温度下, 则增强了胶粒的布朗运动, 增加了胶粒相互碰撞接触的机会, 从而易于产生凝聚。

(2) 乳液中的游离松香与松香酸钠要有一定的比例, 这是由于游离松香胶粒的表面吸附了一层具有保护作用的松香酸钠薄膜后, 就能减少相互接触而产生凝聚的机会。为此, 如不加用其他保护剂, 一般的白色松香胶中的游离松香含量不宜超过35%, 否则难以保证不发生凝聚。

(3) 乳液不应过度的稀释, 否则游离松香胶粒也易发生凝聚。

(4) 乳化冷却后的乳液不应突然加温, 否则也会发生凝聚。

(5) 乳化冷却后的乳液不能有强烈的振荡和搅拌, 否则也会发生凝聚。

(6) 在乳液中要防止有电解质，即无机酸碱及其盐类，例如，盐酸、硫酸、硫酸铝、氢氧化钠、氯化钙和氧化钙等。

(7) 在乳化阶段的用水应使用软水，而不应使用硬水。由于硬水中含有钙、镁离子，能使松香酸钠的钠离子被钙或镁离子所取代，生成不溶性的松香酸钙或松香酸镁，浮游在松香乳液的液面上，结果减少了松香酸钠的含量，从而易于产生凝聚。

7. 白色胶乳液坏胶特征及处理

在白色胶乳化后，在贮存过程中，如发现乳液有坏胶情况，应作紧急处理，如表 10-2-30 所示。

表 10-2-30

坏胶情况	补 救 措 施
有白色沉淀	如发现乳液有白色沉淀，应立即烘干100ml乳液，测定其总固体含量，以便在使用时，根据计算，适当增加乳液用量进行补救。
游离松香颗粒过大	如发现游离松香颗粒过大，沉淀很多，使用后将会严重糊网，这时应把这些乳液全部改为褐色胶使用。 改制成褐色胶的办法是，将贮存的乳液利用蒸汽加热至80℃，另将4%纯碱溶于沸水中，再加入到乳液内，搅拌循环而制成褐色胶乳液。

8. 人工搅拌乳化

如果松香胶的游离松香含量在15%以下，在一些小型造纸厂可用人工搅拌进行乳化，但乳化后的乳液的颗粒较大，并且均匀性较差。

人工搅拌乳化是首先向稀释桶内加进约 $\frac{1}{4}$ 高度的清水，加热至85℃左右，然后逐步倒入松香胶，并用木棒不停地搅拌，即可制成松香胶乳液。为了防止游离松香凝聚沉淀出来，这些稀释了的胶料应尽快加进冷水，使其温度迅速冷却到25~30℃。

用人工搅拌乳化含有多于15%游离松香的胶料是困难的。

(六) 松香胶乳液的贮存

乳化好的松香胶乳液应在乳化贮存槽内进行贮存备用，并不

时地送往计量槽。

乳化贮存槽除起着使乳液进行贮存和备用的作用以外，还起着调整和均匀乳液浓度的作用。乳化贮存槽一般是用铜板或用砖砌抹以水泥敷层制成。

定型设备的乳化贮存槽的规格尺寸如表 10-2-31 所示。

表 10-2-31

项目 \ 型 号	ZT236	ZT237	ZT238	ZT239
1. 贮存介质	松香乳化液	松香乳化液	松香乳化液	松香乳化液
2. 乳化液浓度 (g/L)	20	20	20	22
3. 装料容积 (m³)	6	9	12	22
4. 槽体内廓尺寸				
直径 (mm)	2200	2200	2500	3000
高度 (mm)	1634	2400	2500	3200
5. 进口管径 (mm)	65	65	65	65
6. 出口管径 (mm)	50	50	50	50
7. 排污管径 (mm)	100	100	100	100
8. 重量 (kg)	803	974	1220	1700
9. 外形尺寸 (mm)	φ 400 × 1700	φ 400 × 2406	φ 2700 × 2506	φ 3200 × 3 00

一些其他型式的用钢板或砖砌抹以水泥敷层的乳液贮存槽可根据各造纸厂的具体情况而选造。

(七) 褐色松香胶

1. 褐色胶的制备

褐色胶的熬制方法，基本上与白色胶相同，一般也是在熬胶锅内进行。不过，为使松香获得完全皂化，纯碱用量较高，通常为松香量的16~18%，对特级松香的纯碱用量还可能高一些，而用水量则为松香量的80~120%。装料的顺序也是水-碱-松香。

有些小型造纸厂熬制褐色胶采用简易容器，直接通汽加热，人工搅拌，熬制成小批量褐色胶。在这种情况下，应选用容量较大的容器，其容积应不小于松香处理量的5倍。在操作中，如遇大量泡沫从容器顶部冒出，应迅速关小蒸汽阀门，则容器内液面会立即下降，切忌直接加水消除泡沫，否则会使胶料结团，难以保证胶料质量。

2. 褐色胶熬制实例

采用带搅拌的 1m^3 熬胶锅，间接加热。

(1) 原料配比

松香：4级松香 200kg /锅。

纯碱量（根据含碱量折算为 $100\%\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）： 34kg /锅，碱比 17% 。

水量（水对松香量之比为 80% ）： 160kg /锅。

(2) 技术条件

熬制褐色胶的技术条件如表 10-2-32 所示。

表 10-2-32

项 目	条 件
加碱时水的温度	$80\sim 90^{\circ}\text{C}$
加松香时碱液的温度	100°C （即碱液沸腾后加入松香）
皂化温度	$102\sim 105^{\circ}\text{C}$
通汽压力	不超过 147kPa ($1.5\text{kg}/\text{cm}^2$)，一般在 117.6kPa ($1.2\text{kg}/\text{cm}^2$) 左右
皂化时间	4h
游离松香含量	小于 10%
游离碱含量	小于 1.75%

终点判断：褐色松香胶的外观透明，用棒挑起呈片状流下，滴入 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 温水中很快溶化散开即为终点。

(3) 熬胶操作程序:

熬胶操作程序如表 10-2-33 所示。

表 10-2-33

熬制程序	操 作 方 法
加水加热	向熬胶锅内注入清水160kg, 并开蒸汽加热, 水温至80℃左右
加 碱	将称好的纯碱投入锅内, 继续通汽至沸, 开动搅拌, 使纯碱全部溶解
添加松香熬制	将称好并砸成核桃状大小的松香块徐徐投入熬胶锅内, 掌握汽压, 勿使锅内产生大量泡沫。如产生大量泡沫时, 不许用冷水进行消沫, 而应迅速关小汽门, 降低通汽量, 泡沫自然会减少
继续通汽熬制至终点	继续通汽, 至温度达106℃时保温到胶液完全透明, 并呈深褐色, 且没有泡沫覆盖为止, 此时棒挑起, 呈片状流下
降压放胶	逐渐降压, 待胶料温度降至80℃左右, 即可放胶

(4) 胶料的乳化:

褐色松香胶的乳化控制条件不需要像白色胶的那样严格。用喷射乳化器将熬好的褐色胶和水以及蒸汽一道喷至乳化槽内, 乳化条件大体与白色胶相同。

一种简易的乳化方法是将熬好的褐色胶首先放入至一个个桶内贮存, 在使用时把桶内胶料倒至容积足够大的容器内, 加入适当量的热水, 通直接蒸汽加热, 用木棒进行人工搅拌乳化。这种松香胶乳化待稀释搅拌均匀后, 任其静置一定时间, 再去掉胶液表面上的游离碱, 即可直接供内部施胶或表面施胶用。

3. 用褐色胶施胶的缺点

(1) 施胶效果不如白色胶。

(2) 褐色胶熬胶时用碱量大, 施胶时耗用硫酸铝量也比白色胶为大。

(3) 褐色胶的施胶过程所需时间要比白色胶的长一些, 这是由于褐色胶的施胶作用在很大程度上依靠化合松香(松香酸钠)水解生成的游离松香, 而松香酸钠的水解程度又决定于它与纤维

接触时间的长短，所以褐色胶施胶过程的时间要长一些，否则效果不良。

(4) 熬制褐色胶或以褐色胶施胶，所用水质的硬度均比白色胶要求严格。

(5) 用褐色胶比用白色胶易于产生假施胶。

4. 褐色胶的适用性

(1) 可解决施胶的两面性：在单烘缸造纸机上抄制的纸张，有时也采用褐色胶进行施胶，借以解决施胶两面性的问题。单烘缸造纸机的烘缸表面温度较高，一般多在 120°C 左右，紧贴烘缸表面的纸面（光面）的施胶度，往往不如另一面（毛面），这是施胶两面性的一种表现。采用白色胶时，这一现象较为突出，可能是由于白色胶在硫酸铝作用下形成的沉淀物的熔点只有 $95\sim 115^{\circ}\text{C}$ ，低下烘缸表面温度，这样就有可能导致沉淀物部分地向外迁移，造成纸张光面施胶度较低后果。改用褐色胶，其与硫酸铝构成的松香酸铝沉淀物熔点达 $135\sim 140^{\circ}\text{C}$ ，能够比较好地保持纸张两面施胶度的一致。

(2) 可作为表面施胶的施胶剂：生产一些单面光的纸张，例如条纹牛皮纸、条纹沥青原纸、鸡皮纸等要求表面光泽度高，一般用水平压辊式表面施胶装置进行表面施胶，而多采用褐色胶作为表面施胶剂，其原因是除了可以增加纸张表面光泽度外，还可以减少粘辊的现象。

(3) 使用褐色胶对纸浆原料有一定的选择性：褐色胶较为适用于未漂浆的施胶，这主要是由于松香酸钠易于水解生成游离松香和氢氧化钠，而未漂浆吸附氢氧化钠的性能较强，又会进一步促进松香酸钠的水解。反之，漂白浆吸附氢氧化钠的性能较弱，使用褐色胶不易取得良好的施胶效果。

（八）熬胶时蒸汽消耗量的计算

以 1m^3 容积的定型熬胶锅熬制含 $25\sim 30\%$ 游离松香的白色胶

为例。

具体条件:

每锅加入松香量150kg, 纯碱量17.2kg, 清水量105kg, 皂化温度 102~105℃, 间接加热夹套内蒸汽压力 137.2~136.8kPa (1.4~1.6kg/cm²), 熬制好的松香胶绝干物含量62%。

蒸汽消耗量计算如下:

(1) 消耗于加热水的热量:

$$q_1 = 105 \times (105 - 10) = 9975 \text{ kcal}$$

(冬季水温取10℃)

(2) 消耗于加热松香的热量:

$$\begin{aligned} q_2 &= 150 \times 0.5(105 - 15) + 150 \times 50 = 6750 + 7500 \\ &= 14250 \text{ kcal} \end{aligned}$$

(松香温度取15℃, 松香比热=0.5, 松香熔融热50kcal/kg)

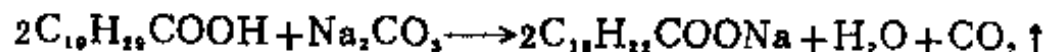
(3) 消耗于加热纯碱的热量:

$$q_3 = 17.2 \times 0.27 \times (105 - 15) = 420 \text{ kcal}$$

(纯碱温度取15℃, 纯碱比热0.27kcal/(kg·℃), 纯碱溶解热忽略不计)

(4) 消耗于蒸发水的热量:

计算蒸发的水量, 松香皂化是按下式进行:



其中: 松香分子量=302, 碳酸钙分子量=106, 松香酸钠分子量=324

$$\text{熬胶时皂化的松香量} = \frac{17.2 \times 302 \times 2}{106} = 97 \text{ kg}$$

$$\text{得到的松香酸钠量} = \frac{97 \times 648}{604} = 104 \text{ kg}$$

$$\text{得到的水量} = \frac{17.2 \times 18}{106} = 2.9 = 3 \text{ kg}$$

$$\text{剩余未皂化的松香量} = 150 - 97 = 53\text{kg}$$

$$\text{胶料中含水量} = \frac{157 \times 38}{62} = 96.5\text{kg}$$

$$\text{熬胶时蒸发掉的水量} = 105 + 3 - 96.5 = 11.5\text{kg}$$

∴ 蒸发水需热量为：

$$q_4 = 11.5 \times 536.3 = 6170\text{kcal}$$

$$(105^\circ\text{C 水的汽化潜热} = 536.3\text{kcal/kg})$$

5. 熬胶时耗汽量

$$\text{理论上所需热量} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

$$= 9975 + 14250 + 420 + 6170 = 30820\text{kcal}$$

实际上有热损失，包括幅射、蒸汽管线及汽水分离器损失的热量，总共以全部耗热量的10%计

$$\therefore \text{实际蒸汽消耗量} = \frac{30820}{0.9 \times 531.4} = 64.6\text{kg/锅}$$

(531.4为 1.6kg/cm² 压强的饱和水蒸汽的汽化热)

$$\text{则 100 公斤松香的蒸汽消耗量} = \frac{64.6}{1.5} = 43\text{kg}。$$

(九) 松香胶乳液的相对密度、

温度与固体物的关系

1. 查表换算

将松香胶乳液冲稀至不同浓度，并在不同温度下测定其相对密度（比重），结果如表 10-2-34 所示。

2. 用图解法换算

已知松香胶乳液的温度与固体物含量，可用图解法求得其相对密度。例如，在固体物含量为 2.2%，温度为 20℃，求松香胶

表 10-2-34

固体物含量 (%)	相对密度 (相当于4℃的水)					
	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
0.617	1.0011	1.0003	0.9995	0.9984	0.9970	0.9952
1.560	1.0025	1.0017	1.0009	0.9998	0.9984	0.9968
2.051	1.0045	1.0038	1.0028	1.0017	1.0004	0.9988
2.869	1.0063	1.0044	1.0035	1.0023	1.0009	0.9993
3.250	1.0058	1.0050	1.0042	1.0030	1.0015	1.0000
4.110	1.0075	1.0068	1.0057	1.0045	1.0031	1.0016
5.073	1.0093	1.0085	1.0074	1.0062	1.0048	1.0032

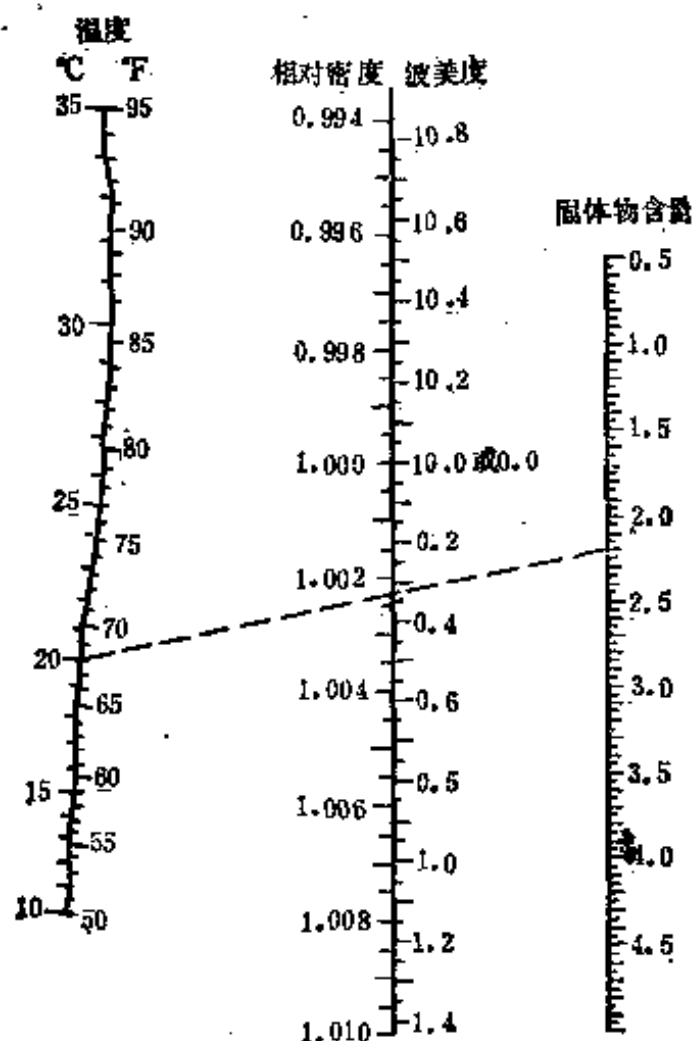


图 10-2-11 换算松香胶乳液的相对密度图解法

乳液的相对密度。如图 10-2-11 所示的虚线，将固体物含量标尺上的 2.2% 读数与温度标尺上的 20℃ 读数用直线连接，直线通过相对密度标尺的读数 1.0023，即为松香胶乳液的相对密度。

四、强化松香胶

天然松香存在着软化点低、易氧化、发脆等缺点，并且制得的松香胶的施胶效果也较低。为了提高松香质量和扩大使用范围，自 40 年代以来，有许多国家对松香进行了改性，并且近年来由改性松香制成的胶料占纸张施胶剂的比例日益增长。

我国一些研究者和有关工厂也对改性的马来松香胶、高游离强化松香胶和富马松香胶的试制及其在造纸工业中的应用，进行了较长时间的研究，取得了一定的成果，并正在生产中推广。

用改性的马来松香胶和富马松香胶等强化松香胶作为造纸施胶剂，不仅可以提高纸张的抗水性、节约松香，改进纸张的质量，而且对充分利用松香资源具有重要意义。

(一) 马来松香胶

1. 马来松香胶的一般知识

(1) 马来松香是由天然松香与马来酐起狄尔斯-阿德耳 (Diels-Alder) 反应后所得产物。制备马来松香的马来酐、马来酸的性质如表 10-2-35 所示。

表 10-2-35

名 称	学 名	结构式	性 质
马来酐	顺丁烯二酸酐，又名苹果酸酐	$ \begin{array}{c} \text{HC}-\text{CO} \\ \quad \diagup \text{O} \\ \text{HC}-\text{CO} \end{array} $	无色结晶粉末，有强烈刺激气味，密度 1.48g/cm^3 ，熔点 52.8°C ，沸点 200°C ，易升华，溶于乙醇、乙酸和丙酮，难溶于石油醚和 CCl_4 。
马来酸	顺丁烯二酸	$ \begin{array}{c} \text{HC}-\text{COOH} \\ \\ \text{HC}-\text{COOH} \end{array} $	无色结晶，熔点 $130\sim 130.5^\circ\text{C}$ ，易溶于水、乙醇、乙醚，加热到 180°C 沸腾，分解为马来酐和水。

(2) 马来松香的名称

100kg 天然松香中加入马来酐公斤数，即称为百分之几的马来松香。例如，在100kg天然松香中加入15kg 马来酐，即简称为15%马来松香；在100kg 天然松香中加入3kg马来酐，即简称为3%马来松香，以此类推。

(3) 马来松香的质量指标

国内生产的马来松香计有15%、5%、3%等规格，其质量指标如表 10-2-36 所示。

表 10-2-36

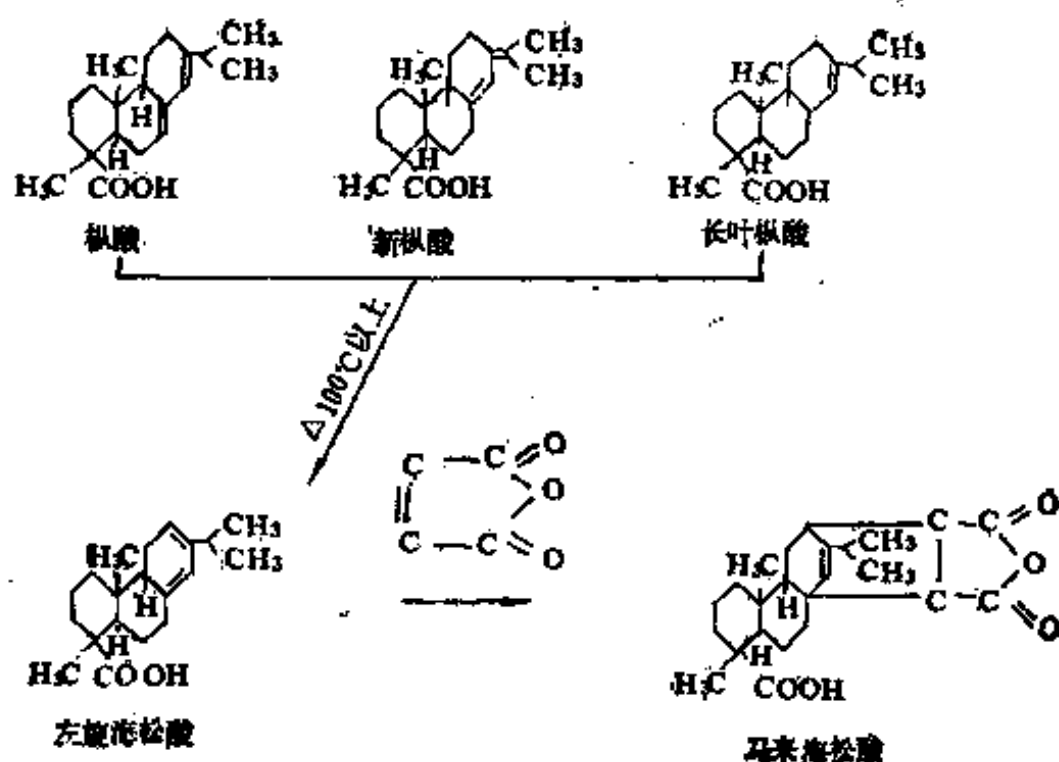
指 标 名 称	质 量 指 标		
	15%	5%	3%
外 观	黄褐色透明		
软化点（环球法）℃，不低于	105	90	85
酸值（mg KOH/g）不低于	230	185	175
皂化值（mg KOH/g）不低于	265	195	185
机械杂质（%）不大于	0.06	0.06	0.06
马来酐加含量（%）不小于	45	15	10

2. 马来松香的制备

(1) 合成反应：天然松香是由各种树脂酸组成。左旋海松酸与马来酐的合成是一种典型的双烯合成反应。

枞酸型酸加热生成左旋海松酸，进一步与马来酐的作用如下页所示。

在工业上一般采用150℃以上的反应温度，得到的马来松香，对于15%马来松香，其50%以上是加合物，35%是未作用的树脂酸，10%是中性物质。由于在加成反应后的混合物中增加了分子的官能团，从而这种混合物比普通松香具有较高的软化点、酸值、皂化值和密度。



(2) 影响马来松香制备的因素

① 马来酐加入量对马来松香软化点、酸值、皂化值的影响：
在200℃、反应时间为5h的试验条件下，马来酐加入量对马来松香软化点、酸值、皂化值的影响如表 10-2-37 所示。

表 10-2-37

100g松香的马来酐加入量	马 来 松 香		
	软化点 (°C)	酸 值	皂 化 值
0	76.8	164.8	182
3g, 即3%马来松香	88.6	177.5	209
5g, 即5%马来松香	89.6	185.7	222
10g, 即10%马来松香	101.7	205.8	252
15g, 即15%马来松香	109.7	221.9	292
20g, 即20%马来松香	118.5	233.9	315
30g, 即30%马来松香	132.2	261.2	385

从上表可以看出，马来松香的酸值和皂化值是随着马来酐加入量的增加而提高的。但是，马来松香的软化点，在马来酐加入量小于15%时是随着马来酐加入量的增加而成比例上升的，当马来酐加入量在15~30%之间时，软化点的上升速度就较缓慢了。

② 反应温度和反应时间对马来松香软化点和酸值的影响：当马来酐加入量为15%时，反应温度和时间对马来松香的软化点和酸值的影响如表 10-2-38 所示。

表 10-2-38

名 称	反 应 条 件		马 来 松 香	
	温度 (°C)	时间 (h)	软化点 (°C)	酸 值
天然松香	—	—	78.0	169.7
15%马来松香	200	1	111.1	225.7
15%马来松香	200	3	111.3	223.7
15%马来松香	200	5	111.6	223.3
15%马来松香	180	1	110.2	226.4
15%马来松香	180	3	112.2	223.9
15%马来松香	180	5	112.2	223.9
15%马来松香	160	1	108.9	225.9
15%马来松香	160	3	111.3	225.8
15%马来松香	160	5	111.9	226.4

从上表可以看出，温度在160℃以上，经过一定时间，加成反应基本上可以完成。如温度高一些，则反应时间可短一些，反之，反应时间则需长一些。当温度高于200℃时，制得的马来松香软化点稍有降低，且颜色变深，所以反应温度不宜超过200℃。

(3) 制备马来松香的生产实例

1) 15%马来松香的制备：制备15%马来松香的生产流程如图 10-2-12所示。

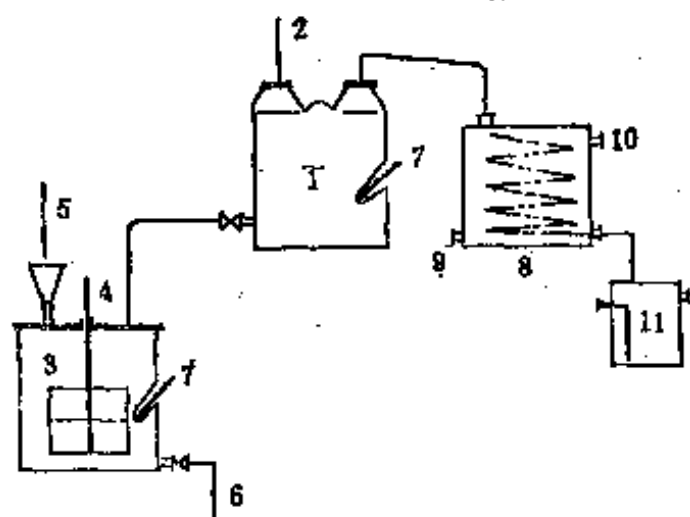


图 10-2-12 制备15%马来松香
的生产流程图

- 1—普通松香制备甑 (铜制) 2—落料口 3—马来松香反应锅 4—搅拌器
5—马来酐落料口 6—出料口 7—温度计 8—松节油冷凝器 9—进水管
10—出水管 11—油水分离器

制备程序:

① 将新鲜松脂置于普通松香制备甑中, 用水蒸汽蒸馏, 蒸出松节油后制得普通松香。

② 使制得的普通松香在热的情况下流入马来松香反应锅中, 并在 180°C 左右, 在不断搅拌的情况下慢慢加入一定量的马来酐(按100:15的重量比)。

③ 加完马来酸酐后反应3h, 此后出料过滤, 冷却后即成15%的马来松香, 最后包装。

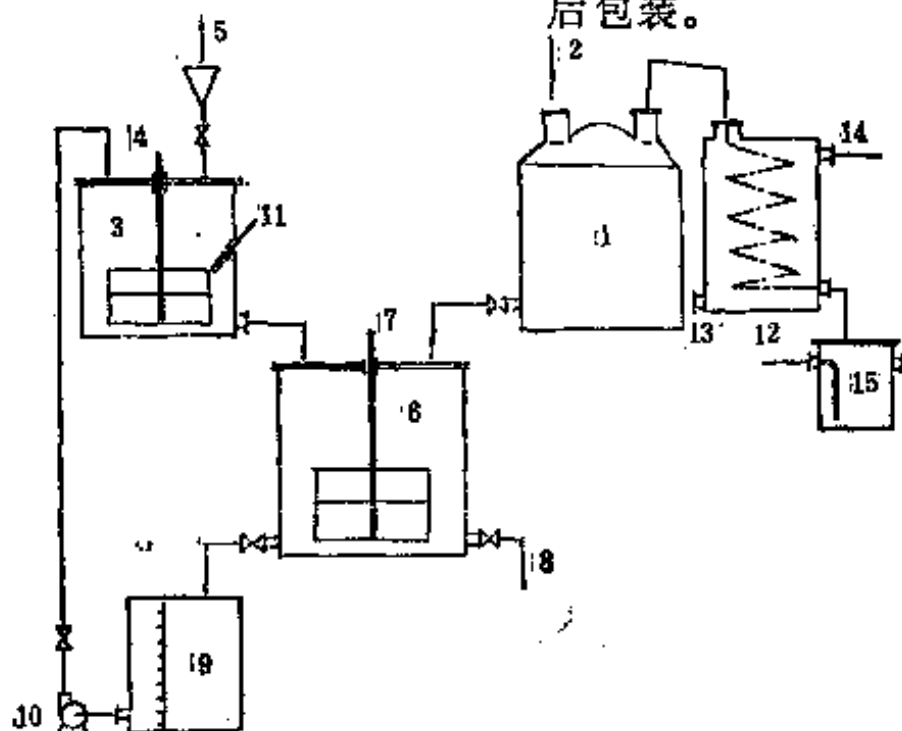


图 10-2-13 制备3%马来松香的生产流程

- 1—普通松香制备甑 (铜制) 2—落料口 3—马来松香反应锅 4—搅拌器 5—马来酐落料口 6—贮香槽 7—搅拌器 8—出料口
9—计量槽 10—泵 11—温度计 12—松节油冷凝器 13—进水管 14—出水管 15—油水分离器

④自普通松香制备甌中蒸馏出的松节油经过冷凝器和分离器后制得商品松节油。

2) 3%马来松香的制备: 制备3%马来松香的生产流程如图10-2-13所示。

制备程序:

① 将新鲜松脂置于普通松香制备甌中, 用水蒸汽蒸馏, 蒸出松节油后制得普通松香。

② 使制得的普通松香在热的情况下流入贮香槽中, 普通松香经计量槽用泵抽出一部分至马来松香反应锅内, 并在180℃左右, 在不断搅拌下慢慢加入一定量的马来酐(对总松香量的3%)。

③ 加完马来酐后反应2h, 然后使反应物流入贮香槽, 再继续反应1h后出料过滤, 冷却后即成3%马来松香, 最后包装出厂。

④ 自普通松香制备甌中蒸馏出的松节油经过冷凝器和分离器后制得商品松节油。

3. 马来松香胶的特点

用马来松香胶进行浆内施胶, 其特点和可能提高施胶效率的原因如表10-2-39所示。

表 10-2-39

项 目	说 明
增加羧基	经强化后的马来松香每一分子上具有三个羧基, 而未强化的天然松香每一分子上只有一个羧基, 这样马来松香胶用于浆内施胶可以增加结合点, 从而提高施胶效率
改善天然松香的易氧化的缺点	马来松香有一定的抗氧性, 因此马来松香胶的性质稳定, 夏季存放也不易变质, 能改进施胶质量和施胶稳定性
颗粒细小, 提高施胶度	马来松香胶经乳化后, 颗粒比天然松香的小, 从显微镜观察显示, 良好皂化乳化的5%马来松香胶的颗粒的直径几乎全部是2μm以下的, 因而能够更均匀地分布在纤维表面, 所以纸张能获得较高而稳定的施胶度

4. 马来松香胶的熬制

皂化马来松香制成马来松香胶一般是在造纸厂内进行熬制。

目前在造纸厂中多采用 3% 马来松香熬制成 3% 马来松香胶的方法。

熬制马来松香胶时，马来海松酸和纯碱作用生成马来海松酸钠。

(1) 影响熬制马来松香胶的因素

影响熬制马来松香胶的因素如表 10-2-40 所示。

表 10-2-40

控制项目	工艺要求和说明
用碱量	应控制在 12~14%，在一些情况也可高一些。实践证明，如用碱量过高，则成胶质量不够理想，胶料冷却以后由褐色透明逐渐变黄，施胶效果也差。但用碱量过低也不好，如低于松香的皂化值 70% 以下，往往会有游离松香析出
皂化时间	一般应控制在 3.5~4.5h，如皂化时间不足，则有可能产生胶料冷却后变黄，或者乳化后乳液的松香颗粒较大等情况
皂化温度	一般控制在 100~102℃
皂化用水量	一般控制在 1:1 或 1:1.2

(2) 马来松香胶的熬制实例

实例一：

用 15% 马来松香配用天然松香熬制成 5% 马来松香胶。

1) 制胶设备：采用容积为 1m³ 夹层加热的带搅拌器的熬胶锅进行熬制，熬制完毕的胶料用喷射器进行乳化，再在乳化槽内进行稀释。

2) 熬制条件：熬制条件如表 10-2-41 所示。

3) 制备程序：如表 10-2-42 所示。

4) 熬制时注意事项：

① 熬制马来松香胶时泡沫较多，必须精心操作，才不致使胶液冒出锅外，因此熬制开始时，只许稍许开汽，并间断地开动搅拌。

② 在添加松香前加入适量的石蜡（如 2%），则可使泡沫减

表 10-2-41

项 目	条 件
15%马来松香	50kg
天然松香	100kg
石蜡	2% (对松香重)
纯碱 (以 Na_2CO_3 100%计)	14.6% (对松香重)
清水 (对松香总量)	100%
皂化温度、汽压	100~105℃ 106~294kPa(2.0~3.0kg/cm ²)
皂化时间 (时·分)	4:00~4:20
乳化水温	90℃
喷射汽压	343kPa(3.5kg/cm ²) 以上

表 10-2-42

制备程序	操 作 方 法
加 清 水	在熬胶锅内添加清水160kg, 通汽加热煮沸
加 碱	加入纯碱22kg、石蜡3kg, 继续加热至纯碱和石蜡全部熔化
添加马来松香 和天然松香	将砸碎成直径约30cm的15%马来松香 50kg 缓缓加入, 开动搅拌器。40min后再将砸碎成直径约为30cm的天然松香 100kg 缓缓加入。
皂 化	皂化开始时, 调节汽压, 以控制松香胶不致冒出锅外, 待泡沫消失后逐渐加大汽压, 使皂化温度逐渐由90℃上升至100~105℃。皂化时间为4:00~4:20, 如泡沫消失得慢, 要适当延长皂化时间
熬制终点	熬制终点的判断与白色胶的相似, 即用棒挑起呈片状下落, 透明无气泡, 放入80℃热水中能很快溶化散开
乳化贮存	熬制好的马来松香胶用蒸汽和90℃的热水经喷射乳化器直接喷射至乳化槽内, 并稀释至18~20g/L

少, 操作方便, 汽压也较易掌握。

③ 在不添加石蜡的情况下, 一般是在天然松香加入后2:00~2:20, 泡沫才基本消失。待泡沫消失后, 汽压可开至147~196kPa

($1.5 \sim 2.0 \text{ kg/cm}^2$)，这时增大汽压能保证胶料良好皂化。

实例二：

用15%马来松香配用天然松香熬制成3%马来松香胶。

1) 制胶设备：同实例一。

2) 熬制条件：熬制条件如表10-2-43所示。

表 10-2-43

项 目	条 件
15%马来松香	20%
天然松香	80%
石蜡	2% (对松香重)
纯碱 (以 Na_2CO_3 100%计)	18.8% (对松香重)
清水 (对松香总量)	120%
皂化温度、汽压	$100 \sim 105^\circ\text{C}$ [$196 \sim 294 \text{ kPa}$ ($2 \sim 3 \text{ kg/cm}^2$)]
皂化时间 (时:分)	3:30

熬制时使用15%马来松香30kg，天然松香120kg，石蜡3kg，纯碱20.7kg，清水180kg，操作程序和熬胶终点的判断与实例一基本相同。

喷射乳化条件如表 10-2-44 所示。

表 10-2-44

项 目	条 件
喷射用热水温度	夏季 $55 \sim 60^\circ\text{C}$ 冬季 $70 \sim 75^\circ\text{C}$
熬胶温度	$95 \sim 100^\circ\text{C}$
喷射汽压	$441 \sim 490 \text{ kPa}$ ($4.5 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$)
喷射后乳液温度	低于 35°C
乳液浓度	15g/L

实例三:

用 3% 马来松香直接熬制成 3% 马来松香胶。

1) 制胶设备: 同实例一。

2) 熬制和乳化条件: 熬制和乳化条件如表 10-2-45 所示。

表 10-2-45

项 目	条 件
3% 马来松香量	150kg
石蜡	1.5~2.0% (对松香重)
纯碱 (以 Na_2CO_3 100% 计)	15.0~16.5% (对松香重)
皂化温度、汽压	100~102℃, 196~294kPa (2.0~3.0kg/cm ²)
皂化时间 (时:分)	4:00~4:30
乳化水温	60~65℃
喷射汽压	343kPa (3.5kg/cm ²)
喷射时间	25~30min
稀释水温	35℃ 以下

3) 操作程序: 与白色松香胶的操作程序基本相似。

4) 特点和熬制注意事项:

① 直接使用 3% 马来松香熬制成 3% 马来松香胶可以省去配料的麻烦, 制胶工艺简便。

② 在熬制时易于产生泡沫, 为了防止胶液溢出锅外, 必须严格控制操作, 即开始通汽时的汽压应较低, 而采取逐步升压的方法。

③ 在熬制过程中, 如发现有绿豆大小的白色颗粒出现, 可用一定量的纯碱先经热水溶解后分数次加入, 并适当延长熬胶时间, 这一补救措施有可能使白色颗粒消失, 制得合格的胶料。

5. 马来松香胶的施胶效果

一般说来, 用马来松香胶施胶比用普通松香胶施胶胶料用量

和硫酸铝用量均可降低。

(1) 不同浆种的施胶效果比较

对于不同的浆种，马来松香胶的施胶效果均较好。对草浆来说，马来松香胶的施胶效果一般比普通松香胶高出30%以上，可降低松香用量15~20%。对木浆和棉浆来说，马来松香胶的施胶效果更为显著，可降低松香用量的25~30%左右。

用同量马来松香胶或普通松香胶对不同浆种抄成纸张的施胶度比较如表 10-2-46 所示。

表 10-2-46

胶料种类	不同浆种抄成纸张的施胶度* (s)			
	漂白硫酸盐木浆	漂白亚硫酸盐木浆	破布浆	精制浆
1%普通松香胶	45	21	4	6
1%马来松香胶	74	65	12	14

* 施胶度的测定是用墨水漂浮法进行的，以s（秒）表示。

(2) 用5%马来松香胶对一些纸种的施胶效果比较

生产的凸版纸定量为52g/m²，浆料配比为33%麦草浆，67%稻草浆。生产的书写纸的定量为80g/m²，浆料配比为40%漂白木

表 10-2-47

松香胶种类	凸 版 纸		书 写 纸	
	施胶量(%) 对绝干浆)	施胶度(s)	施胶量(%) 对绝干浆)	施胶度* (s)
普通松香胶	1.15	4.8	1.06	24.7
5%马来松香胶	0.86	4.7	0.64	28.0

* ①施胶度的测定是用药液渗透法进行的，以s表示。

②施胶度若用划线法测定，均达到部颁标准。

③表内所列数值都是多次测定的平均值。

浆，60%麦草浆。用普通松香胶和5%马来松香胶对施胶效果的比较如表10-2-47所示。

从上表可以看出，对于凸版纸来说，要达到同样的施胶度，马来松香胶用量比普通松香胶用量节约25.6%；而对于书写纸节约40%，并且施胶度还较高。

(3) 用3%马来松香胶对一些纸种施胶效果的比较
比较结果如表10-2-48所示。

表 10-2-48

纸 种	定 量 (g/m ²)	浆 料 配 比	天然松香用量 (%)	3%马来松香 用量 (%)
制图纸	150	60%棉短绒浆 40%针叶木浆	2.80	1.60
图画纸	100	70%棉短绒浆 30%阔叶木浆	2.70	1.10
胶版印刷纸	80	75%棉短绒浆 25%针叶木浆	2.40	1.74
晒图原纸	80	30%棉短绒浆 30%阔叶木浆 40%破布浆	3.50	2.35
晒图原纸	80	50%漂白针叶木浆 50%漂白阔叶木浆	2.53	1.32
糖果包装纸	28	70%龙须草浆 30%蔗渣浆	1.67	1.03
纸袋纸	80	100%马尾松硫酸 盐木浆	1.0	0.5
打字纸	30	30%破布浆 30%稻草浆 40%蔗渣浆	2.36	1.68

注：表中前四种纸张的实际松香用量因各台纸机所用松香量是混合计算的，这只是分配数字，仅供参考。

从表10-2-48中的数据可以看出，对于各种纸张，使用3%马来松香胶进行施胶，均比使用普通松香胶的用量有一定程度的降低。

6. 马来松香胶的使用和存在问题

(1) 根据生产实践证明,使用 3% 马来松香胶与使用 5% 马来松香胶的施胶效果相似,为此,近年来从降低成本的角度,多采用 3% 马来松香胶进行施胶。

(2) 用马来松香胶施胶的 pH 值是应适当掌握,有的造纸厂认为在调节箱的 pH 值控制在 4.1~4.5 是合适的。pH 值太高施胶效果不好。

(3) 在马来松香胶的熬制过程中有时产生较多的泡沫,需要妥善处理。

(4) 用马来松香胶施胶后的浆料在贮存槽内有可能发生沉积分层情况,需要妥善处理。

(二) 富马松香胶

富马松香也属改性松香,系由富马酸与天然松香在一定温度下共熔而得。从富马松香加碱加温可熬制成富马松香胶。

1. 性质

富马松香胶的性质如表 10-2-49 所示。

表 10-2-49

项 目	说 明
外 观	灰白色粘状液体
pH 值	7.0~7.5
粘 度	0.5~0.7Pa·s
固体物含量	68±2%

2. 效果

富马松香胶的施胶效果显著,对木浆和草浆、酸性和碱性介质均有效。表 10-2-50 示出用于不同浆种、不同施胶 pH 值时的效果。

表 10-2-50

浆 种	松香加入量 % (对浆)	富马松香加入 量, % (对浆)	施胶pH值	定 量 (g/m ²)	施胶度 (s)
B ₁ 亚硫酸盐木浆	1.0	0	4~5	73	5
B ₂ 亚硫酸盐木浆	1.35	1.5	4~5	70	54
苇 浆	1.0	0	4~5	77	21~25
苇 浆	1.0	1.5	4~5	80	41
B ₁ 亚硫酸盐木浆	2.0	0	7.0	56	16
B ₂ 亚硫酸盐木浆	2.0	1.5	7.0	57	42

(三) 松香的其他强化方法

除使用马来酐、马来酸、富马酸等强化制成的马来松香和富马松香外, 松香的其他强化方法如表 10-2-51 所示。

表 10-2-51

强化剂种类	共 聚 物	生 产 实 例	使用效果
乙烯类	与苯乙烯、环戊二烯共聚	松香700g, 环戊二烯300g, 在284~382kPa(3~4kg/cm ²), 210~220℃反应10h	成品的熔点降低, 在纸张干燥的较低温度下即可取得良好施胶效果, 可节约硫酸铝用量
胺类	与三聚氰胺、乙二胺、尿素等共聚	松香950g, 乙二胺500g, 在120℃下加热3h, 再在210~220℃下反应10h	同上
丙烯酸类	与丙烯酸共聚, 以对苯二酚为催化剂	松香350g, 丙烯酸63g, 以对苯二酚0.7g作为催化剂, 在130℃下加热3h, 在140℃下加热2h, 再在160℃下加热1h	阳离子型, 为淡黄色块状物, 熔点54, 熔点96℃, 对纸浆加入量为0.5%, 即可提高施胶效果

此外, 松香与甲醛、聚甲醛、尿醛共聚, 均可使松香强化。

五、分散松香胶

分散松香胶是一种新型的浆内施胶剂, 它是强化松香分散在

水中的一种乳液。分散松香胶在国外是70年代的产品,随后在我国也研制成功,并推广使用。

分散松香胶比强化松香胶的效果又前进了一步,它具有施胶效果好、能降低松香与硫酸铝用量、制备工艺简单、操作方便、制胶时间短、制胶时不加碱不加保护剂、游离松香含量为100%等优点。

(一) 分散松香胶的制备

分散松香胶的制备方法与普通松香胶完全不同,前者不用碱进行皂化,而是用一种乳化剂在各种条件下进行乳化分散而制得。几种制备方法如表 10-2-52 所示。

表 10-2-52

制备方法	制 备 要 点	优 缺 点
溶剂法	将松香小块用甲苯、二甲苯、水和乳化剂苯磺酸钠等进行乳化。制得的粗乳液再经高压的均化器乳化,使较粗的颗粒均化成较细的颗粒,并经过真空蒸馏,一方面回收了苯等有机溶剂,另一方面得出了固体物含量约为35%的乳液	优点是这种分散松香胶的质量较好。缺点是:①苯和二甲苯对生产工人的健康有影响;②生产过程较复杂
压力法	将松香小块添加至高压容器内用乳化剂进行乳化而制得分散松香胶,在生产中添加少量的稳定剂,成品的固体物含量约为35%	制备方法比较简单,但需采用较高压力的设备,整个生产过程均需在密闭条件下进行
常压逆转法	将松香碎成小块,放入制胶电热锅(或普通熬胶锅,但需具有高速搅拌)中加热。当松香熔融后,添加一种乳化剂(烷基磺酸钠)进行乳化,随后再进行转相	设备和操作均较简单,成胶的质量较好

常压逆转法在乳化过程中,松香乳液开始是以连续相形式存在,水为分散相,形成油包水型乳状液,然后在高速激烈搅拌下,快速添加沸水,这种水称为逆转水,松香乳液就逆转分散相,使油包水型乳状液变型,逆转为水包油型乳状液,而得到了稳定的分散松香胶,其制胶过程示意图如 10-2-14 所示。

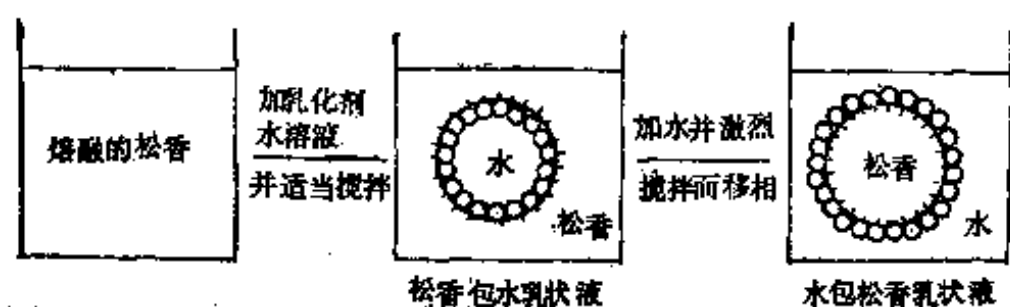


图 10-2-14 常压逆转法制胶过程示意图

在制备松香包水乳液阶段（即乳化开始阶段）搅拌不应太快（约200r/min），如果太快，则溅起的松香粘在锅壁上，造成生料，严重影响乳液质量。在转相阶段（即制备水包松香阶段），则需要激烈的搅拌，搅拌转数要达到约900r/min，以便在高剪切下，使松香的细小颗粒均匀地分散在水中，即制得了分散松香胶。

（二）制胶的工艺技术条件和操作实例

1. 实例一

（1）设备

主要设备为 0.3m³ 容积的不锈钢电热锅，备有调速电机和搅拌器等。

（2）配比

制备分散松香胶的配比如表 10-2-53 所示。

表 10-2-53

项 目	条 件
装锅量	松香40kg, 其中天然松香31.1kg, 马来松香(15%)8.9kg
分散剂用量	4% (对松香), 折合液体6.2kg
分散剂中加水量	5kg
补充水量	9.6kg
逆转水添加量	38.4kg

(3) 操作要点

操作要点如表 10-2-54 所示。

表 10-2-54

操作步骤	操 作 要 点
1. 装锅	将已打成小块的松香40kg加入熬胶锅内
2. 加热	用电热器加热松香,待松香加热至150℃时已熔段,慢慢开动搅拌,转速约为200r/min
3. 升温程度	待松香温度升至130℃,停止一组加热器,继续加热
4. 添加分散剂	当松香温度升至160~170℃时,将加热煮熟的分散剂慢慢加入熬胶锅内,加入时间约为7min
5. 添加补充水	加完分散剂后搅拌2min,再添加补充水9.6kg,5min加完
6. 添加逆转水	加完补充水后搅拌1min,再加速加入逆转水38.4kg,同时慢慢加快搅拌到900~1000r/min
7. 放锅	加完逆转水以后再搅拌30min左右放锅,放锅时添加冷水稀释后泵至贮存槽,再配制成浓度为2%左右备用

2. 实例二

(1) 设备

表 10-2-55

装锅量 (kg)	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
分散剂用量 3.5% (100%含固)	3.15	3.5	3.85	4.2	4.55	4.9	5.25	5.6	5.95	6.3
折合27.6% (kg)	11.4	12.7	13.95	15.2	16.5	17.8	19.0	20.3	21.6	23.6
分散剂中加水 量(kg)	14.3	15.8	17.4	19.0	20.6	22.1	23.8	25.3	26.9	27.9
补充水量 (kg)	22.6	25.0	27.6	30.0	32.5	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0
逆转水添加 量(kg)	85.5	95.0	104.5	114.0	123.5	133	142.5	152.0	161.5	171.0

将定型设备 1m^3 普通熬胶锅进行改造,即增加蒸汽盘管、变速电机等以适合生产分散松香胶的要求。

(2) 配比

制备分散松香胶的配比如表 10-2-55 所示。

(3) 操作要点

操作要点如表 10-2-56 所示。

表 10-2-56

操作步骤	操 作 要 点
1. 装锅	将已打成小块的松香装入熬胶锅内
2. 加热	通蒸汽加热〔锅体限压 196kPa (kg/cm^2), 盘管限压 392kPa ($4\text{kg}/\text{cm}^2$)〕, 待松香熔融后开动搅拌器进行搅拌, 转数约 $260\text{r}/\text{min}$
3. 升温程度	待已无肉眼可见的块状松香时再加热 30min , 温度约至 $148\sim 150^\circ\text{C}$
4. 添加分散剂	加入煮沸的分散剂溶液, 适当提高搅拌转数, 同时关闭盘管蒸汽, 停止加温, 加完分散剂后再搅拌 10min
5. 添加补充水	加入 100°C 的补充水, 加完后再搅拌 $3\sim 5\text{min}$
6. 添加逆转水	加入 100°C 的逆转水, 同时加快搅拌速度至 $900\sim 1000\text{r}/\text{min}$, 搅拌时间约 30min
7. 放锅	放锅时添加冷水稀释后泵至贮存槽, 再配制成 1% 左右浓度备用

(三) 分散剂的用量

分散剂是一种表面活性剂,它既有疏水基团,又有亲水基团。从疏水基团来说,分散松香胶对纸进行浆内施胶,使制得的纸获

表 10-2-57

分散剂用量	分配情况	稳定性
4% (对松香)	能乳化	两个月不分层
3% (对松香)	能乳化	隔夜不分层

得适当的疏水特性。而分散松香胶中的分散剂所带来的亲水基团又会增加纸的亲水性，对纸的施胶度又有不利的影响，因而分散剂的用量以少为宜，但过少对胶料稳定性又不好。

某一分散剂的不同用量对胶料稳定性的影响如表 10-2-57 所示。

(四) 分散松香胶的性质

用某一分散剂（4%对松香）制得的分散松香胶的性质与国外同类产品的对比如表 10-2-58 所示。

表 10-2-58

项 目	国外同类产品	国 内 产 品
外观	乳白色乳液	乳白色乳液
有效成分	35%以上	40%以上
pH值	6.0±0.4(25℃)	5~6(20℃)
密度 (g/cm ³)	1.03(26℃)	1.04(20℃)
粘度	小于0.05Pa·s	0.01~0.0Pa·s
粒度	0.2~0.5μm	小于0.2μm占90%以上
分散性	在冷水中容易分散	在冷水中容易分散
离子型	阴离子型	阴离子型

(五) 分散松香胶与普通松香胶的比较

(1) 普通松香胶的熔点高，而分散松香胶的熔点低，这样在施胶纸页干燥时，分散松香胶遇热较容易地均匀分布在纤维表面上，覆盖面积大，施胶效果良好。

(2) 当加入浆内时，分散松香胶的内结合力较普通松香胶的高。

(3) 在实验室条件下对分散松香胶(马来酐加成量3%)、马来

松香胶(马来酐加成量3%)和普通松香胶进行了对比,所用浆料为亚硫酸盐木浆,打浆度为45°SR,在手抄器上进行纸页抄造干燥,施胶效果的对比如表10-2-59所示。

表 10-2-59

胶料品种	纸张定量 (g/m ²)	加胶量 (%)	施胶和抄纸时 pH值	施胶度 (s)
分散松香胶	81.8	1.0	4.7~5.0	17
马来松香皂胶	78.8	1.0	4.7~6.0	14
普通松香皂胶	77.0	1.0	4.7~5.0	5.2
分散松香胶	78.0	1.0	5.5~6.0	18
马来松香皂胶	75.0	1.0	5.5~6.0	12
普通松香皂胶	78.8	1.0	5.5~6.0	5.0

(4) 在生产上使用分散松香胶和马来松香胶的对比如表10-2-60所示。成品纸的施胶度均达到了标准的要求。

表 10-2-60

纸 种	定量 (g/m ²)	纸机 型式	松香用量, % (对 绝干浆)			硫酸铝用量, % (对绝干浆)			调节pH值
			马来松 香胶	分散松 香胶	节约	马来松 香胶	分散松 香胶	节约	
邮封纸	22	圆网	1.75	0.88	49	7.0	3.5	50	4.1~5.1
打字纸	28	长网	0.70	0.70	—	4.55	3.85	6.6	4.2~4.6
晒图原纸	80	长网	0.91	0.73	20	4.1	3.6	12	4.1~4.3
铜版原纸	60	长网	0.80	0.68	19	6	6	—	5.2~6.2

六、松香胶料的沉淀剂

为了使松香胶的施胶达到预期的效果,在松香胶加到纸料中以后还必须添加沉淀剂,把松香胶料沉淀到纤维表面上,使纸页

在造纸机干燥部烘干后就具有抗木性能,才能真正起到施胶作用。

(一) 沉淀剂的种类、制备和性质

常用的沉淀剂是硫酸铝(造纸矾土),也有使用明矾、铝酸钠、三氯化铝、硫酸高铁等。

硫酸铝或明矾用于造纸工业中的功用如表 10-2-61 所示。

表 10-2-61

作 用	说 明
中和作用	中和化合松香中的碱,中和纸料中清水带来的盐类
调整pH值	调整纸料悬浮液的pH值,使更适合于施胶的需要
固定胶料	使松香胶料固定到纤维表面上,真正起到施胶作用

1. 硫酸铝

又称造纸矾土,其主要组成为结晶硫酸铝,带有 14~18 个分子的结晶水,其 Al_2O_3 含量约为 14~15%。硫酸铝有碱性和酸性两种类型。碱性硫酸铝是指 Al_2O_3 含量较 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 分子式中理论值约多 0.15~1.0% 的产品,酸性硫酸铝则指含有过量游离硫酸的产品。对于纸张的施胶以采用碱性硫酸铝为宜,如生产用水硬度较大,则可以考虑改用酸性硫酸铝,但其游离硫酸含

表 10-2-62

项目	说 明
性状	白色或淡绿色结晶块或片粒状,无臭,味初甜而后收敛,密度 $1.69\text{g}/\text{cm}^3$,在 88.5°C 分解,能溶于水,不溶于醇。水溶液呈酸性
来源	用天然铝矾土与硫酸作用制取,一般由硫酸厂生产,而一些造纸厂也有自制液体硫酸铝直接使用的
要求	作为纸张施胶时使用的硫酸铝,一般要求其氧化铝含量为 12~15%,水不溶物在 0.5% 以下,氧化铁也要求在一定数值以下,抄造不同品种的纸要求各不相同,例如,用于新闻纸的硫酸铝,含铁量不应超过 1% Fe_2O_3 ,而用于书写纸印刷纸等,则不应大于 0.3% Fe_2O_3

量不宜超过0.5%，否则易于导致松香胶发生分解，同时又会妨碍氢氧化铝的生成，并会腐蚀设备。无论是选用碱性硫酸铝还是酸性硫酸铝，其杂质含量都不能过多，特别是铁盐含量更不能太高，否则将会与松香胶和染料发生化学反应，影响纸张色泽。

(1) 硫酸铝的性状、来源和要求 (表2-10-62)

(2) 硫酸铝的标准 (表10-2-63)

表 10-2-63

指 标 名 称	精 制 品				粗 制 品		
	优级	甲	乙	丙	甲	乙	丙
氧化铝 (Al_2O_3) 含量 (%) \geq	15.7	15.7	15.7	15.7	16.5	14.5	14.5
氧化铁 (Fe_2O_3) 含量 (%) \leq	0.02	0.35	0.5	0.7	1.0	1.0	1.0
游离硫酸 (H_2SO_4) 含量 (%) \leq	无	无	无	无	2	2	2
水不溶物 (%) \leq	0.05	0.1	0.2	0.3	24	27	30
砷 (As_2O_3) 含量 (%) \leq	—	—	—	—	0.01	0.01	0.01

注：①精制硫酸铝各级用于制造各级纸施胶的沉淀剂，甲、乙、丙级用于水净化时，其中砷 (As_2O_3) 含量应不大于0.01%

②精制硫酸铝的外观色泽为白色。

③粗制硫酸铝各级用于水的净化，用的净化硫酸铝不得用有毒性物质的废酸制造。

④造纸施胶用的硫酸铝， Al_2O_3 含量应在12%以上，铁含量应在0.2%以下，不溶物不多于0.5%，生产高级纸张要求硫酸铝中铁的含量更应在0.08%以下，这种硫酸铝称为无铁硫酸铝。

2. 明矾

明矾也称普通明矾，系一总称，是硫酸铝与硫酸碱金属所形成的复盐。明矾可由天然明矾石经煅烧等工序制得，也可由硫酸铝和硫酸钾等反应而制成，其分子式为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{M}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 。

式中M为钾、钠或铵，故有钾明矾、钠明矾和铵明矾之分。

常用的是钾明矾。

(1) 几种明矾的性质 (表10-2-64)

(2) 钾明矾的质量指标 (表10-2-65)

表 10-2-64

种类	说 明
钾明矾	广见于市场上的是钾明矾, 又名白矾, 为无色透明八面晶体。有酸涩味, 密度 1.75g/cm^3 , 熔点 92°C , 溶解于水, 缓慢溶于甘油, 不溶于醇。可由明矾石经煅烧、萃取、结晶而制得
钠明矾	又称铝钠矾, 无色晶体, 有咸味和涩味, 密度 1.675g/cm^3 , 熔点 61°C , 溶于水, 不溶于乙醇。在空气中风化。由硫酸铝热溶液中加入氯化钠后冷却结晶而制成
铵明矾	学名硫酸铝铵, 为无色晶体, 有强烈涩味, 密度 1.645g/cm^3 , 熔点 94.5°C , 溶于水和甘油, 不溶于乙醇, 受热时失去结晶水而成白色粉末 (烧明矾)。其来源可由含铝废渣和硫酸反应而生成硫酸铝, 再加入硫酸铵而制得

表 10-2-65

指 标 名 称	指 标
三氧化二铝 (Al_2O_3) 含量 (%)	10.6~10.9
三氧化二铁 (Fe_2O_3) 含量 (%)	≤ 0.5
三氧化二砷 (As_2O_3) 含量 (%)	≤ 0.0001
水不溶物 (%)	≤ 1
外 观	无色透明块状结晶至略带微红色块粒状结晶

(3) 硫酸铝与钾明矾的主要指标比较 (表10-2-66)

表 10-2-66

指标名称	品 名	硫酸铝	明 矾	备 注
水不溶物 (%)		≤ 1	≤ 1	对于生产黄色
三氧化二铝 (Al_2O_3) 含量 (%)		≥ 15	≥ 10	纸或深色纸
三氧化二铁 (Fe_2O_3) 含量 (%)		≤ 1	≤ 0.5	FeO_3 和 SO_3 含
游离三氧化硫 (SO_3) 含量 (%)		< 0.3	< 0.3	量高一些无妨
三氧化硫总量 (SO_3) 含量 (%)		> 37	> 33	

(4) 铵明矾的质量指标 (表10-2-67)

表 10-2-67

指 标 名 称	指 标
铵明矾 $[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ 含量(%) \geq	99.5
三氧化二铝 (Al_2O_3) 含量 (%) \geq	11.2
三氧化二铁 (Fe_2O_3) 含量 (%) \leq	0.06
重金属 (Pb等) 含量 (%) \leq	0.002
三氧化二砷 (As_2O_3) 含量 (%) \leq	0.001

(5) 明矾在造纸中的应用

由于其成分中含有无效用的硫酸钾等和多量的结晶水, 所以其效能远远不及硫酸铝。使用明矾作为施胶的沉淀剂, 其用量既较多, 效果又差, 为此在一般情况下尽量不用。根据生产实践, 据认为使用明矾对条纹牛皮纸等的光泽度有好处, 所以当前一些生产条纹牛皮纸的造纸厂仍有使用明矾作为固着松香胶的用法。

(二) 硫酸铝的溶解、过滤

硫酸铝易溶于水中, 所以溶解的设备和操作并不复杂。硫酸铝在水中的溶解度是随温度的升高而增加的。

为了节约蒸汽, 一般多采用冷法溶解的方法, 但有的为了加快溶解速度而采用热法溶解的方法。

1. 冷法溶解

冷法溶解可把硫酸铝平铺在溶解槽的篦子上, 加冷水进行溶解, 这样所需的时间较长。也可在常温下采用搅拌的方法以加快溶解, 例如用搅拌器进行搅拌, 通入压缩空气起到搅拌作用, 或者利用泵抽送液体, 使起到循环混合作用。

(1) 型式一

一种冷法溶解硫酸铝装置如图 10-2-15 所示。

特点:

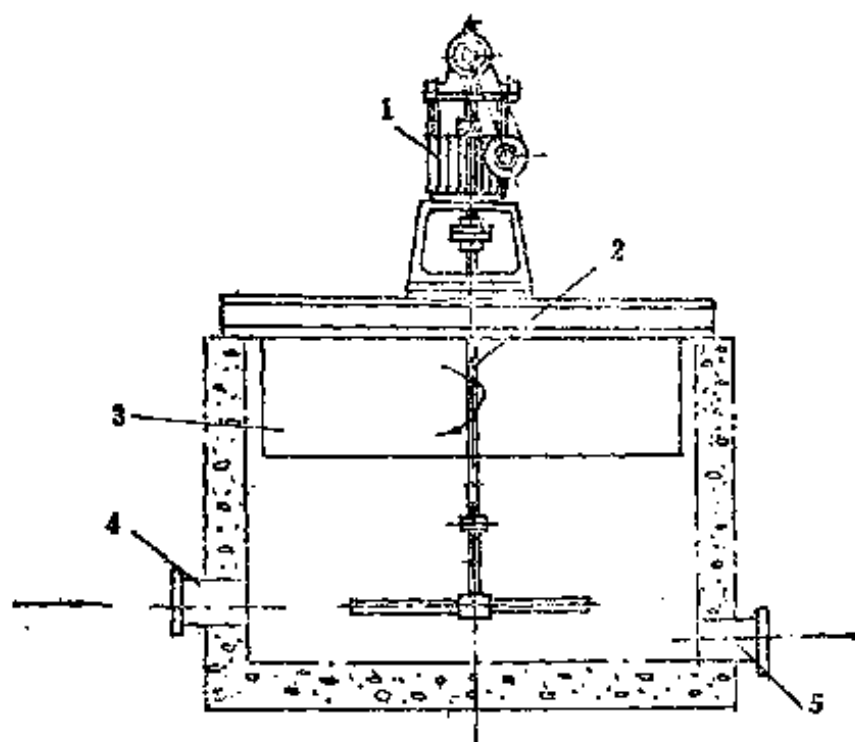


图 10-2-15 冷法溶解硫酸铝装置

1—电动机 2—搅拌器 3—篦子 4—出液口 5—排渣口

① 槽体采用钢筋混凝土结构，内壁搪衬耐酸陶瓷砖，用环氧树脂勾缝。

② 桨叶与转轴上挂铅，厚度为 3mm。

这种设备有两种型号，其规格如表 10-2-68 所示。

表 10-2-68

项 目	型 号 1	型 号 2
容积(m^3)	1	3
搅拌型式	平桨	平桨
搅拌速度 (r/min)	~50	~50
出液口(mm)	$\phi 40$	$\phi 80$
排渣口(mm)	$\phi 50$	$\phi 100$

(2) 型式二

一种冷法溶解硫酸铝装置如图 10-2-16 所示。

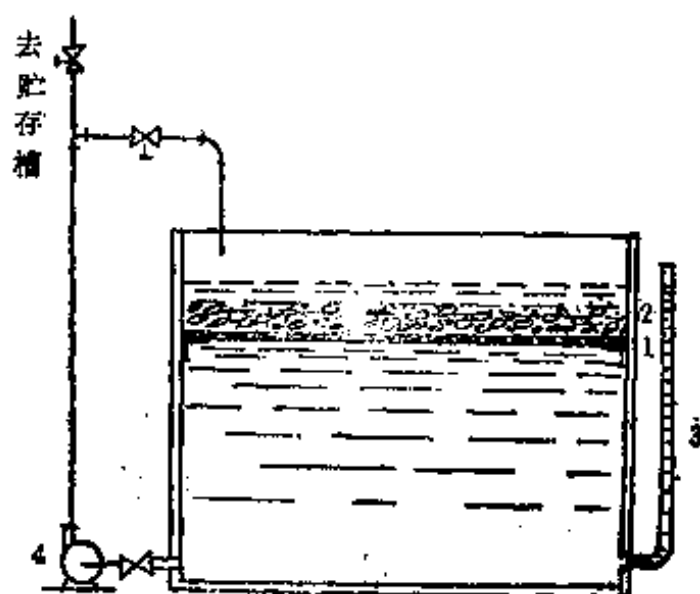


图 10-2-16 冷法溶解硫酸铝装置

1—筐子 2—硫酸铝 3—液位观察管 4—泵

特点:

① 本设备可用硬塑料板制成。

② 在筐子上平铺有硫酸铝，用泵抽送液体进行循环以利于硫酸铝的溶解。

③ 泵可以循环溶液，也可送溶液至贮存槽。

2. 热法溶解

为了加速溶解操作，可采取加热溶解的方法。通常可在硫酸铝中添加适量的清水（约为硫酸铝量的 18~20 倍），直接通汽至沸腾或近于沸腾以加速硫酸铝的溶解。

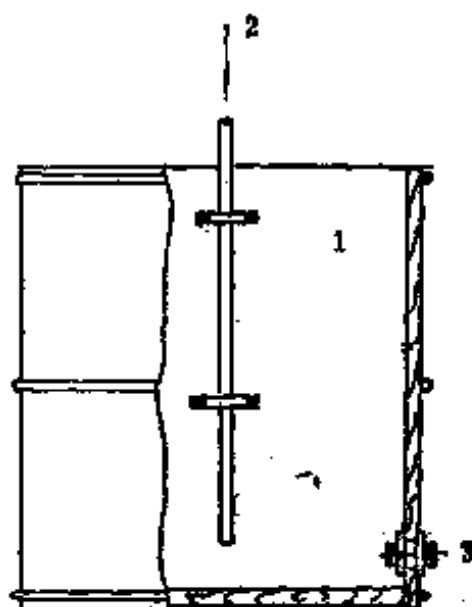


图 10-2-17 热法溶解硫酸铝装置

1—溶解槽 2—蒸汽加热管 3—出液口

(1) 型式一

一种热法溶解硫酸铝装置如图 10-2-17 所示。

特点:

① 溶解槽可采用松木或其他材料制成。

② 槽体规格可为 $1000 \times 1200 \text{mm}$, 出液口直径为 70mm , 蒸汽管直径为 25mm 。

③ 蒸汽管靠近槽壁的一侧, 当槽内装有一定量的硫酸铝和清水后, 自蒸汽管中通入蒸汽加热而使硫酸铝溶解。

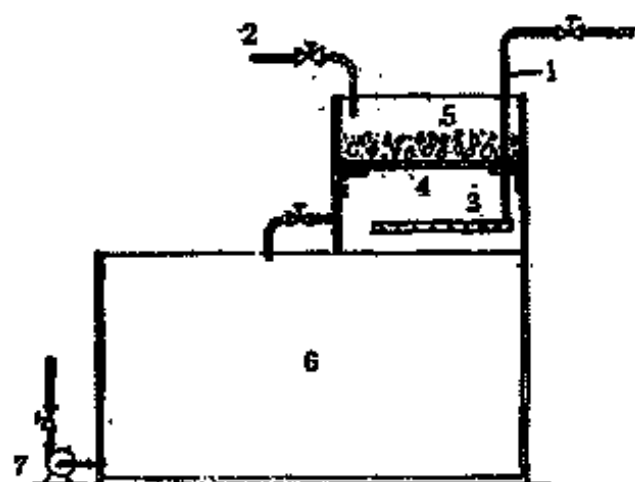


图 10-2-18 热法溶解硫酸铝装置

1—蒸汽管 2—清水管 3—溶解槽 4—
篮子 5—硫酸铝 6—贮存槽 7—泵

(2) 型式二
一种热法溶解硫酸铝装置如图 10-2-18 所示。

特点:

① 溶解槽内装有篮子, 其上放置硫酸铝。

② 蒸汽管通至槽底, 通汽加热溶液而加快硫酸铝的溶解。

③ 溶解槽位于贮存槽的正上方, 制成的硫酸铝溶液直接流入贮存槽内备用。

3. 硫酸铝溶液的过滤

溶解均匀的硫酸铝溶液在添加至使用位置以前应进行过滤, 以除去砂粒、木屑等杂质, 一般采用简易的筛网过滤, 也可采用如图 10-2-19 所示的过滤器。

4. 硫酸铝溶液浓度的要求

制成的硫酸铝溶液, 浓度约为 $12 \sim 13^\circ \text{Be}$, 密度 $1.02 \sim 1.03 \text{ g/cm}^3$, 大致相当于 $\text{Al}_2\text{O}_3 5.6 \sim 7.5 \text{ g/L}$ 。对硫酸铝溶液并无严格的要求, 有些造纸厂采用较高的浓度也未发现特殊的问题。

5. 用于溶解硫酸铝的设备要求

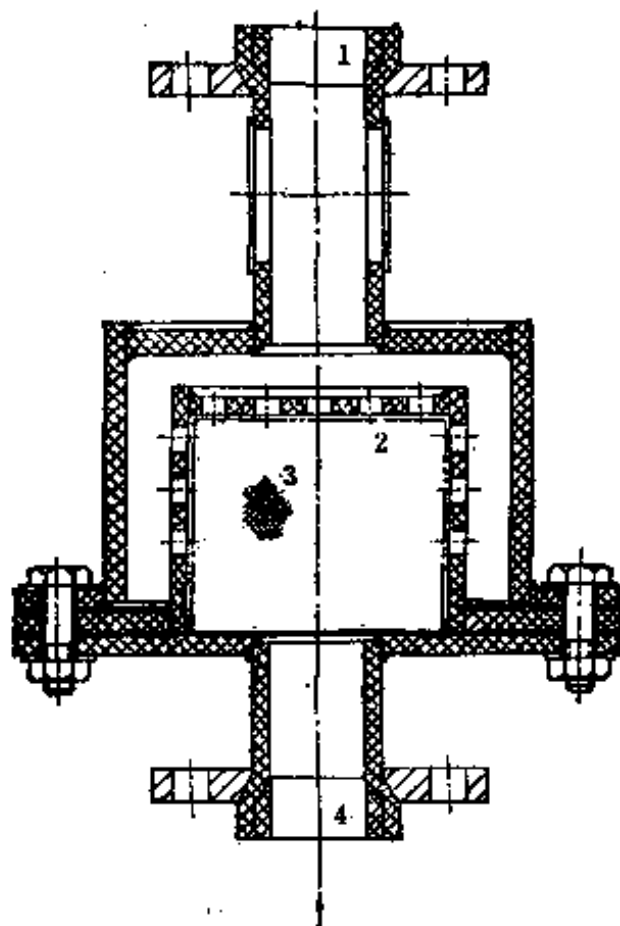


图 10-2-19 一种型式的过滤器

1—硫酸铝溶液入口 2—多孔板 3—筛网 4—硫酸铝溶液出口

硫酸铝溶液呈酸性，具有腐蚀性能。对溶解槽、贮存槽、计量槽等应采用耐腐蚀材料制成。例如，用硬塑料板焊接结构、衬塑料板的钢筋混凝土结构、衬铅板的木结构、衬玻璃钢的混凝土或钢板结构。根据一些造纸厂的经验，用松木（红松）制作的硫酸铝溶解槽、贮存槽或计量槽，可以节约耐酸材料，而且使用效果也良好。

药液泵可采用塑料泵，也可采用泵壳内和叶轮均包有耐酸橡胶（或涂上环氧树脂）的普通离心泵，其转轴则用不锈钢制成。输送管道最好选用塑料制品，阀门则可选用不锈钢或塑料的。

（三）硫酸铝的物理性质

（1）硫酸铝在水中的溶解度决定于温度。在不同温度下，每

100 份水能溶解的硫酸铝的数值，即硫酸铝的溶解度和温度的关系如表 10-2-69 所示。

表 10-2-69

温度(℃)	0	10	20	30	40	60	80	100
溶解度(%)	31.2	33.5	36.3	40.4	45.7	59.1	73.1	89.1

(2) 在不同波美度条件下,硫酸铝溶液的 pH 值如表 10-2-70 所示。

表 10-2-70

在15.5℃下 °B'e	在25℃下 pH值
4.0	3.35
8.0	3.20
11.7	3.10
15.6	3.00
19.3	2.85
23.0	2.75
26.7	2.65
30.3	2.55
33.8	2.40
37.2	2.25

(3) 硫酸铝溶液的密度等的换算

① 在 15℃ 时硫酸铝溶液的密度和溶液中氧化铝含量的换算如表 10-2-71 所示。

② 对于硫酸铝溶液，已知它的波美度（或密度）和温度，可用图解法求得其硫酸铝浓度百分数。例如，在温度 24℃ 和 22°B'e，求硫酸铝溶液中的硫酸铝浓度百分数。如图 10-2-20 所示的虚线，将温度标尺上的 24℃ 读数与波美度标尺上的 2.2 读数，用直线连接，直线通过硫酸铝百分数标尺的读数 2.78%，即为硫酸铝溶液

表 10-2-71

硫酸铝溶液 的密度(g/ cm ³)	100L硫酸铝溶液中含, kg				
	Al ₂ O ₃	SO ₃	13% Al ₂ O ₃ 的硫酸铝	14% Al ₂ O ₃ 的硫酸铝	15% Al ₂ O ₃ 的硫酸铝
1.005	0.14	0.33	1.1	1	0.9
1.010	0.28	0.65	2.2	2	1.9
1.016	0.42	0.98	3.2	3	2.8
1.021	0.55	1.31	4.3	4	3.7
1.026	0.70	1.63	5.4	5	4.7
1.031	0.84	1.96	6.5	6	5.6
1.036	0.98	2.28	7.5	7	6.5
1.040	1.12	2.61	8.6	8	7.5
1.045	1.26	2.94	9.7	9	8.4
1.050	1.40	3.26	10.8	10	9.3
1.055	1.54	3.59	11.8	11	10.3
1.059	1.68	3.91	12.9	12	11.2
1.064	1.82	4.24	14.0	13	12.1
1.068	1.96	4.57	15.1	14	13.1
1.073	2.10	4.89	16.2	15	14.0
1.078	2.24	5.22	17.2	16	14.9
1.082	2.38	5.55	18.3	17	15.9
1.087	2.52	5.87	19.4	18	16.8
1.092	2.66	6.20	20.5	19	17.7
1.096	2.80	6.52	21.5	20	18.7
1.101	2.94	6.85	22.6	21	19.6
1.105	3.08	7.18	23.7	22	20.5
1.110	3.22	7.50	24.8	23	21.5
1.114	3.36	7.83	25.9	24	22.4
1.119	3.50	8.16	26.9	25	23.3
1.123	3.64	8.48	28.0	26	24.3
1.128	3.78	8.81	29.1	27	25.2
1.132	3.92	9.13	30.2	28	26.1
1.137	4.06	9.46	31.2	29	27.1
1.141	4.20	9.79	32.3	30	28.0
1.145	4.34	10.11	33.4	31	28.9
1.150	4.48	10.44	34.5	32	29.9
1.154	4.62	10.76	35.5	33	30.8
1.159	4.76	11.09	36.6	34	31.7
1.163	4.90	11.42	37.7	35	32.7

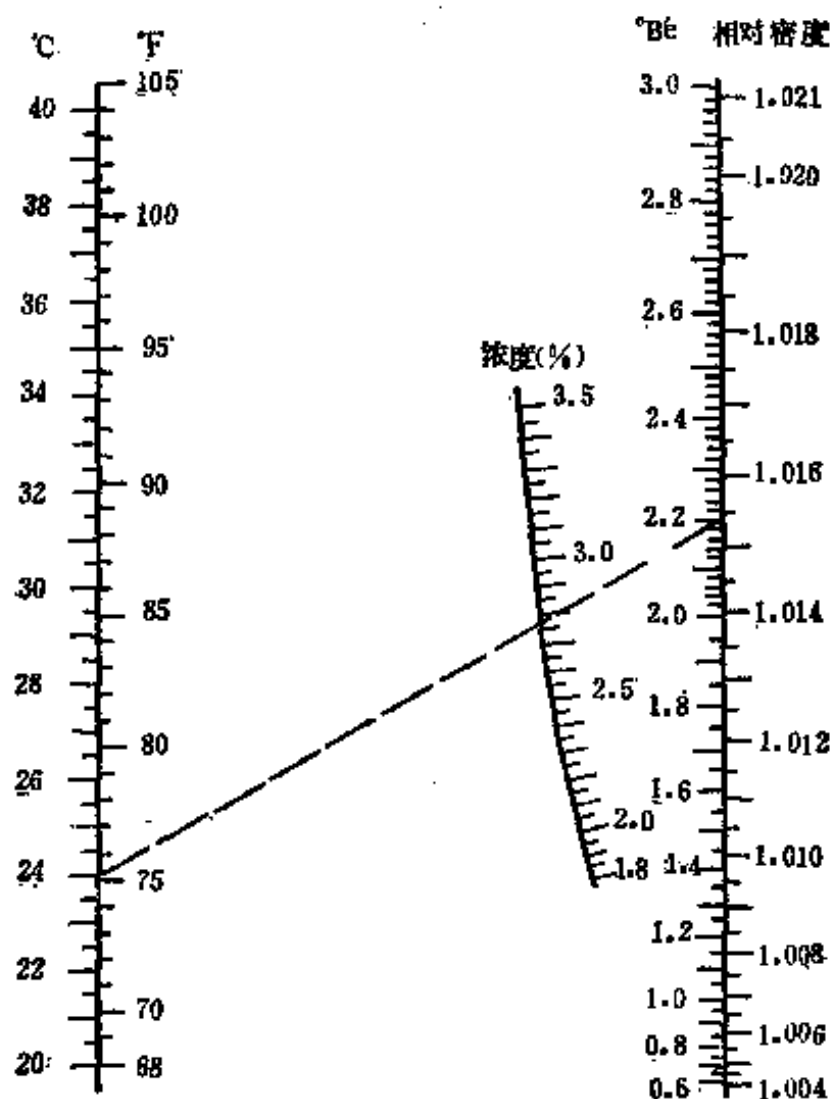


图 10-2-20 换算硫酸铝溶液中硫酸铝浓度百分数的图解法

表 10-2-72

浓度 (g/L)	相对密度 (相对水温4℃)					
	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
11.9	1.0066	1.0051	1.0047	1.0035	1.0022	1.0005
23.5	1.0131	1.0122	1.0113	1.0101	1.0087	1.0066
35.3	1.0197	1.0188	1.0177	1.0165	1.0150	1.0132
46.8	1.0259	1.0250	1.0238	1.0226	1.0211	1.0194
58.2	1.0320	1.0311	1.0299	1.0286	1.0272	1.0253
69.5	1.0383	1.0368	1.0356	1.0343	1.0332	1.0314
85.4	1.0519	1.0508	1.0494	1.0477	1.0464	1.0445
131.3	1.0713	1.0701	1.0687	1.0672	—	1.0636
165.6	1.0889	1.0876	1.0862	1.0843	1.0828	1.0808
190.8	1.1028	1.1014	1.1000	1.0986	1.0968	1.0948
210.0	1.1145	1.1133	1.1117	1.1098	1.1081	1.1064
238.7	1.1266	1.1250	1.1234	1.1216	1.1198	1.1177
261.6	1.1379	1.1366	1.1347	1.1331	1.1312	1.1293

中硫酸铝的百分数。

③ 对于硫酸铝溶液的浓度、密度和温度之间的关系如表 10-2-72 所示。

(四) 铝 酸 钠

分子式 $\text{NaAlO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$ 或 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 。

1. 铝酸钠的性质和应用

(1) 由于纯铝酸钠在液体中是不稳定的，所以在中和所有的氧化铝以外，还需要有过量的氢氧化钠。质量良好的商品铝酸钠含有 5% 左右的过量的氢氧化钠。

(2) 作为沉淀剂，铝酸钠可与硫酸铝混合使用，这能在很大的酸值范围内得到良好的施胶效果，并可增加成纸的耐久性和减小对设备的腐蚀。铝酸钠与硫酸铝共同使用时，铝酸钠在施胶过程的最后加入，这样能取得最佳效果。

(3) 铝酸钠易溶于水，呈碱性，其溶液浓度一般控制在 5~15%。

(4) 铝酸钠可溶解在冷水中，其溶解度随温度的升高而增加。图 10-2-21 示出铝酸钠的溶解度曲线。

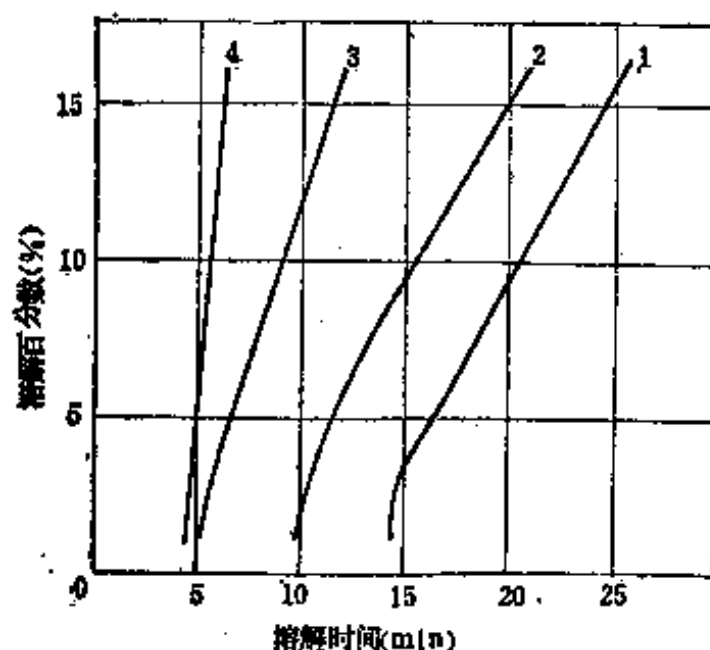


图 10-2-21 铝酸钠的溶解度曲线
1—0°C 2—10°C 3—26.6°C 4—37.3°C

2. 铝酸钠溶液的制备

图 10-2-22 示出制备铝酸钠溶液的装置。装置中有两个其内带搅拌的混合槽，这两个槽可以轮流使用，即一个可以用作为混合槽，另一个用作为贮存槽。

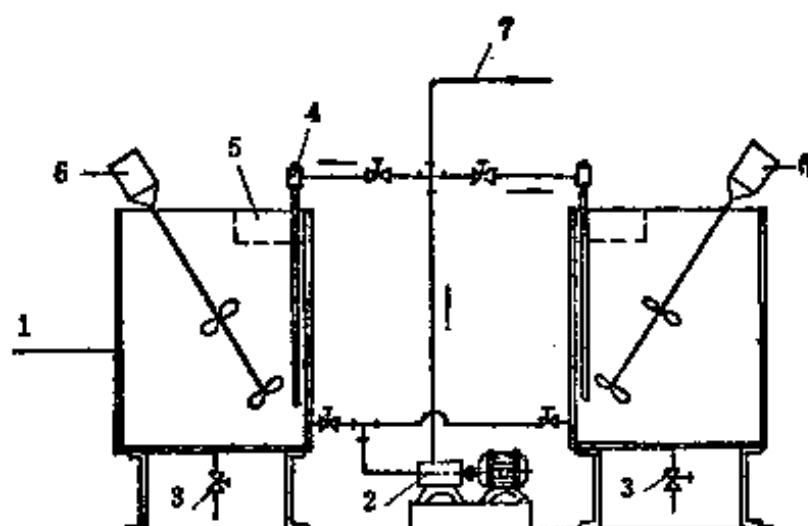


图 10-2-22 制备铝酸钠溶液的装置

1—混合槽 2—泵 3—排污管 4—排汽阀 5—金属筛网 6—搅拌器 7—去贮存槽

溶解操作如表 10-2-73 所示。

表 10-2-73

操作步骤	操作方法
1. 加水	在混合槽内加入约 $\frac{1}{4}$ 的清水，开始搅拌
2. 添加铝酸钠	通过金属筛网连续添加铝酸钠，直至将规定数量的铝酸钠添加完毕为止
3. 再加水	当添加全部铝酸钠以后，从上面注水填满直至规定的刻度
4. 继续搅拌	连续进行搅拌直至铝酸钠全部溶解为止
5. 澄清	停止搅拌，使溶液澄清以沉下沉淀物
6. 贮存	吸走或泵送铝酸钠溶液至贮存槽备用

3. 一种添加铝酸钠的流程示例

铝酸钠经常与硫酸铝共同使用。一种添加硫酸铝和铝酸钠到纸料中的流程示意如图 10-2-23 所示。

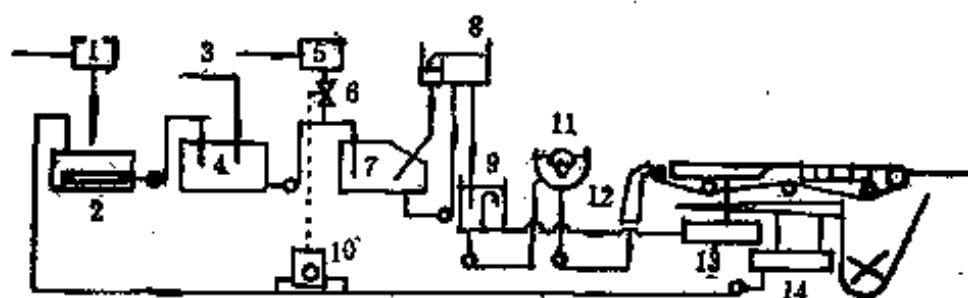


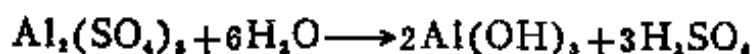
图 10-2-23 添加硫酸铝和铝酸钠到纸料中并调节 pH 值的流程图

1—由硫酸铝稀释设备来 2—白水回收设备 3—纸料进入 4—浆池
5—从制备铝酸钠设备来 6—加了铝酸钠的纸料进入 7—纸机浆池
8—调节箱 9—中间槽 10—pH测量和自动加铝酸钠的设备 11—筛
浆机 12—网前箱 13—案框白水收集槽 14—剩余网下白水收集槽

当硫酸盐纸浆施胶时，铝酸钠须在施胶过程的最后加入，这样更能取得最佳的效果。

4. 铝酸钠的使用和效果

混合使用铝酸钠和硫酸铝时，可能在 pH 值 5.0~6.0 的情况下取得良好的施胶效应。在操作中，只要改变两者的比例，即能控制施胶时的 pH 值以及所需的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 含量，如下式：



使用铝酸钠的效果为：

(1) 实验证明，用铝酸钠进行中性或弱碱性施胶，能够减少松香总消耗达 10~20%，并减少对设备的腐蚀。

(2) 使用铝酸钠保持纸料在中性或弱碱性介质中施胶有助于提高纸的耐久性。

(3) 使用铝酸钠有助于降低纸料在流送中生成泡沫，并提高

纸的耐破度和耐折度指标。

(4) 使用铝酸钠有助于提高纸中填料留着率, 由于填料很好地留着, 提高了纸的吸收能力、白度和不透明度, 对提高纸中的碳酸钙填料含量尤为有效。

(五) 施胶沉淀剂的代用品

在硫酸铝短缺的情况下, 或应用于特殊用途, 有时采用代用品三氯化铝。

1. 三氯化铝

(1) 三氯化铝的性质

三氯化铝是一种盐类, 与 H_2O 作用生成氢氧化铝:



三氯化铝与硫酸铝相比较, 前者含三氯化二铝量较高, 铁质含量较低, 水不溶物少, 如表 10-2-74 所示。

表 10-2-74

名称	分子式	三氯化二铝含量	三氯化二铁含量	水不溶物	游离酸
三氯化铝	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	20.57%	0.35%	0.05%	0
硫酸铝	$Al(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	15.7%	0.8%	1.0%	0

三氯化铝易于溶解于水, 对设备有些腐蚀作用。

(2) 在造纸中的应用

三氯化铝可用于一般文化用纸的施胶作为沉淀剂以代替硫酸铝。除成本稍高外, 成纸物理性能没有明显变化。表 10-2-75 示出使用硫酸铝和使用三氯化铝对一般文化用纸的成纸物理性能对比。

三氯化铝也用于加有三聚氰胺甲醛树脂湿强剂的纸张的施胶作为沉淀剂, 以取代硫酸铝, 因为硫酸铝中硫酸根离子会影响到

表 10-2-75

使用的沉淀剂	定量(g/m ²)	水分(%)	施胶度(划 线法)(mm)	白度(%)	裂断长(m)
硫酸铝	52.0~52.2	6.0~7.0	0.25	66.6~68.6	2360
三氯化铝	51.0~51.2	6.7~7.3	0.25	68.6~69.0	2280~2300

这类湿强剂的效果。

2. 其他代用品 (表 10-2-76)

表 10-2-76

名 称	性 质	在造纸工业中的应用
硫酸高铁	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 一般为黄色粉末, 水溶液由于水解而形成氢氧化铁的溶胶体	溶解后能与松香酸构成黄色沉淀物(松香酸铁), 只限于用于低级本色纸和低级色纸生产的施胶。为了取得良好的施胶效果, 在施胶操作中, 应设法维持pH值在2.5左右
氯霉素废液	是制药厂生产氯霉素的废液, 主要含有三氯化铝10%和盐酸16~18%	废液中三氯化铝可以代替硫酸铝用于施胶, 这样可以节省硫酸铝, 降低生产成本。由于盐酸含量高, 一般采用用水稀释的方法, 但长期的使用, 对设备有腐蚀的情况, 应加以注意
醋酸	CH_3COOH , 为弱酸, 有刺鼻的气味	应用在施胶中可调节pH值, 提高施胶效果, 但价格高, 很少使用

七、施胶用量、施胶程序和 影响施胶效果的因素

(一) 施 胶 用 量

松香胶料的用量决定于下列因素:

- (1) 纸或纸板对抗水性的要求;
- (2) 纸浆的性质和纸浆的洗涤程度;
- (3) 松香胶料的效能;

(4) 其他影响施胶效果的因素, 如纸料的打浆度, 填料的种类和用量, 松香胶料及其它辅助物料的加入位置, 施胶温度, 干

燥条件等。

当然，施胶用量的多少，主要还是取决于所要求达到的施胶程度，即纸张质量标准规定的施胶度指标。仅以普通松香胶为施胶剂，几种纸张的胶料用量如表 10-2-77 所示。

表 10-2-77

纸张品种	松香胶料用量(%)	纸张品种	松香胶料用量(%)
新闻纸	0~0.5	地图纸	0.8~1.5
凸版印刷纸	0.5~0.8	海图纸	0.7~1.0
胶版印刷纸	0.8~1.5	水彩画纸	0.7~1.0
书写纸	1.0~2.0	制图纸	1.5~2.5
有光纸	0.6~1.0	证券纸	1.5~2.0
打字纸	0.8~1.8	图画纸	1.5~2.0
书皮纸	1.5~2.5	食品包装纸	0.3~0.5
帐簿纸	1.5~2.0	鸡皮纸	1.0~1.5
字典纸	1.0~1.5	牛皮包装纸	1.0~3.0
薄面报纸	1.5~2.5	纸袋纸	1.5~3.0
涂布纸原纸	0.5~1.5	条纹牛皮纸	0.8~1.0
照相原纸	1.8~2.0	仪表记录纸	1.6~2.0
晒图原纸	1.2~1.5	印花衬纸	1.5
信封纸	1.5~1.8	白卡纸	1.5
纸绳纸	0.8~1.0	消贴卡纸打孔卡纸	1.4
半透明纸	1.2~1.5	(电子计算机用)穿孔黑带纸	1.6
扑克牌原纸	2.5~4.0	(电子计算机用)	2.0
瓶盖用纸板	2.0~3.0		
招贴纸	0.9~1.0		

注：(1) 表中所列松香胶料用量是指使用普通松香胶而言，如使用马来松香胶或分散松香胶则对于各种纸的胶料用量相应低一些。

(2) 表中所列的一些纸张如胶版印刷纸、海图纸、晒图原纸等除内部施胶外，还进行表面施胶，为此对内部施胶的松香胶用量可能低一些。

(3) 表中所列新闻纸的胶料用量为 0~0.5%，这是由于卷筒新闻纸大多不施胶，而平板新闻纸可以考虑适当施胶，以适应在其他方面使用的需要。

从上表可见，大多数纸张的施胶量为 0.5~2.0 (对绝干浆量，下同)，少数纸张用 3.0~4.0% 松香胶。增加松香胶用量，并不意

味着能够按比例提高施胶度。实践证明,在 0.75~1.5% 施胶量范围内,增加松香胶用量,对提高施胶度起着显著的效果。但用胶量超过 3%,再增加松香胶,不一定能取得很大的改进。为此,施胶量很少超过 4.0%。松香胶料用量过多,不但增加松香的消耗定额,而且对纸张的某些性质,如强度和吸油墨性能等还有副作用,并增加糊网粘压榨的可能性,对生产不利。

(二) 硫酸铝用量

1. 确定硫酸铝用量的主要因素

- (1) 沉淀和固着松香胶料的要求;
- (2) 纸机抄造性能的要求;
- (3) 生产用水的情况;
- (4) 增料的种类和使用量 (尤其是硫酸钙的使用量);
- (5) 其它的影响因素,如纸种的不同,各种辅助材料的加入位置,硫酸的使用,白水 pH 值及用量,纸浆的洗涤程度等。

理论计算上 1 份松香胶仅需用 0.37 份硫酸铝,但实际上远远超过理论数字。

2. 硫酸铝用量

一般认为,松香胶与硫酸铝的适宜比例,如表 10-2-78 所示。

表 10-2-78

松香胶用量(%)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
硫酸铝用量(%)	1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0
松香胶与硫酸铝的比例	1:3	1:2	1:1.7	1:1.25	1:1	1:1

实际上,一般硫酸铝用量均比以上比例数要高。另外认为硫酸铝用量应为松香胶量的 1.5~2.5 倍。但如生产用水硬度较大,则应适当增加硫酸铝用量。在实际生产中,硫酸铝用量有时高达松香胶量的 4~5 倍。

如果在配浆比率中掺用损纸浆，可以适当减少硫酸铝用量，因为损纸本身带有胶料和硫酸铝。

3. 在生产中影响硫酸铝用量的因素

(1) 生产用水硬度较大。

(2) 纸浆洗涤不充分，杂细胞多：在实际生产中，有些用草类浆为主要原料抄造印刷纸的造纸厂，有时发现硫酸铝用量不足时，粘压榨辊的现象比较严重，往往因此而造成断头的现象，影响正常的抄造。其原因是草类浆杂细胞含量高，滤水性能差，因而造成湿纸页水分含量高，粘附力大，而出现粘压榨辊的现象。为了解决这个问题就要降低纸料的 pH 值，有的工厂将 pH 值低到 4.0~4.2，以提高纸料的滤水性能，来达到降低湿纸页的水分保证抄造正常，这样就使得硫酸铝的消耗量超过了施胶的需要，有的造纸厂的硫酸铝用量甚至高至松香胶用量的 5~6 倍。

(3) 使用填料碳酸钙：使用碳酸钙作为填料也会显著增加硫酸铝用量，其原因是由于碳酸钙是碱性填料，它能够与硫酸铝起作用而产生二氧化碳消耗硫酸铝。

(4) 减少消耗硫酸铝过多的措施：减少消耗硫酸铝过多的措施如表 10-2-79 所示。

表 10-2-79

措 施	说 明
降低水的硬度	尽量降低生产用水的硬度以减少硫酸铝的用量
加强洗涤	在生产过程中加强纸浆的洗涤也能降低硫酸铝的用量
使用代用品	使用部分硫酸代替硫酸铝起调节 pH 值的作用从而降低了硫酸铝的用量。使用硫酸时可将其稀释成 5~10% 的浓度，再用耐酸泵把稀硫酸溶液送到计量槽后加入到适当位置，使用时要特别注意安全
注意加入位置	如使用碳酸钙作为填料，应特别注意碳酸钙的加入位置。碳酸钙的添加应尽可能接近于网前箱，以减少硫酸铝与碳酸钙的接触时间，从而减少了硫酸铝的消耗量

在满足施胶和造纸机抄造要求的前提下，要尽量控制硫酸铝

的消耗量，因为硫酸铝用量过多，不仅增加成本，并且造成上网纸料 pH 值过低，从而使得成纸发脆，降低了成纸的强度和耐久性，并对设备有腐蚀作用。

(三) 施 胶 程 序

施胶操作可在打浆过程中或在打浆结束后进行。一般认为，施胶时纸浆浓度为 4~6%，既符合于打浆操作的需要，又能使松香胶料获得较好的分散作用。

1. 辅料添加的程序

根据打浆设备条件和填料的种类，添料添加的程序有两种，如表 10-2-80 所示。

表 10-2-80

添加程序	说 明
胶料-硫酸铝-填料	这是一种常用的添加程序，即先加入松香胶料，经过均匀搅拌后，再加入硫酸铝，以使胶料能均匀沉淀在纤维上。最后加填是为了避免填料干扰松香胶沉淀物的形成和减少流失
填料-胶料-硫酸铝	这种程序也用于一些工厂中，但对于以碳酸钙作为填料绝不允许采用这种程序

胶料和硫酸铝的添加的有关注意事项如表 10-2-81 所示。

表 10-2-81

注意事项	说 明
间隔时间	以前认为，加胶后 10~20min 方可添加硫酸铝，近年来，则有将这一间隔时间缩短至 3~5min 的趋势，对于连续施胶则其间隔时间更短。
存放时间	加胶和加硫酸铝后的纸料通常在贮浆池内存放 15~20min，再送往造纸机系统抄纸
补救办法	加胶和加硫酸铝后的纸料不宜静置过久，否则有可能失去其施胶效能。在实际生产中，有时由于停机检修时间过长（例如超过 16~24h），而没有开动贮浆池搅拌器，这可能会发现纸料失去施胶作用。这样，在重新开机后略加硫酸铝，又可在一定程度上恢复其施胶效能

2. 间歇打浆的施胶

在打浆机内间歇打浆进行施胶的方法:

(1) 在结束打浆操作前 30min 左右,加入松香胶乳液(浓度约 20g/L),使其随同纸料在打浆机内循环,借以保证松香胶能均匀地分散于纸料中。经过 10~15min 后,再添加硫酸铝溶液(浓度 50~100 g Al_2O_3 /L 左右),循环一定时间后进行放料。

(2) 在结束打浆操作前添加松香胶乳液,循环一定时间后放料至贮浆池,再在成浆池内添加硫酸铝溶液搅拌混合。

3. 连续打浆的施胶

在连续打浆和配浆系统中,可采用以下的施胶方法:

(1) 在连续打浆设备(如圆柱磨浆机、盘磨机和锥形磨浆机等)的进口添加松香胶乳液,打浆设备的出口添加硫酸铝溶液,贮浆池内添加滑石粉悬浮液。

(2) 在连续打浆设备(如圆柱磨浆机、盘磨机和锥形磨浆机等)打浆结束以后,连续进行施胶,即连续添加松香胶乳液(可

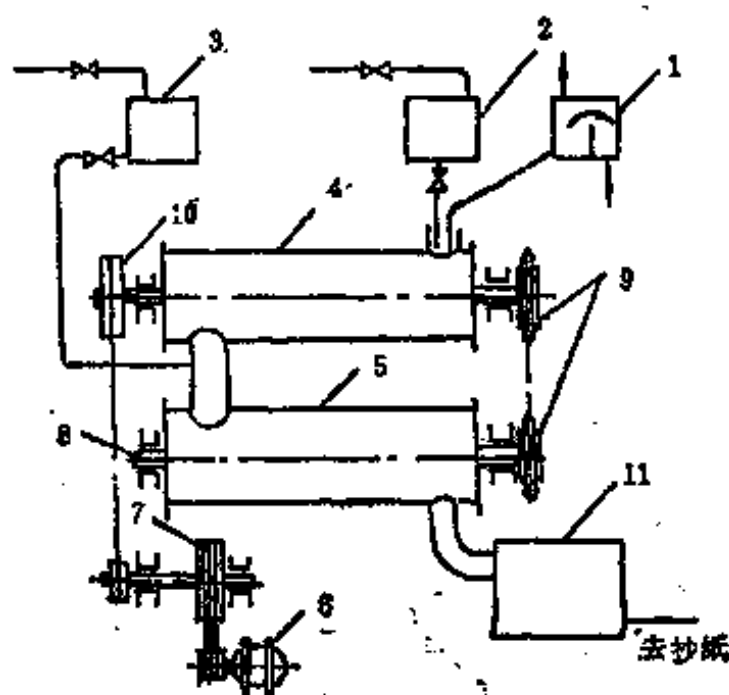


图 10-2-24 连续施胶工艺流程

1—调节箱 2—松香胶乳液计量槽 3—硫酸铝溶液计量槽 4.5—施胶器
6—电动机 7—三角皮带轮 8—施胶器搅拌轴 9—链轮
10—皮带轮 11—贮浆箱

经搅拌)和硫酸铝溶液等。

4. 连续施胶

(1) 连续施胶器

1) 型式: 一种连续施胶器是用于在调浆箱后进行连续施胶, 其工艺流程如图 10-2-24 所示。

这种连续施胶器的结构如图 10-2-25 所示。主要由两段带搅

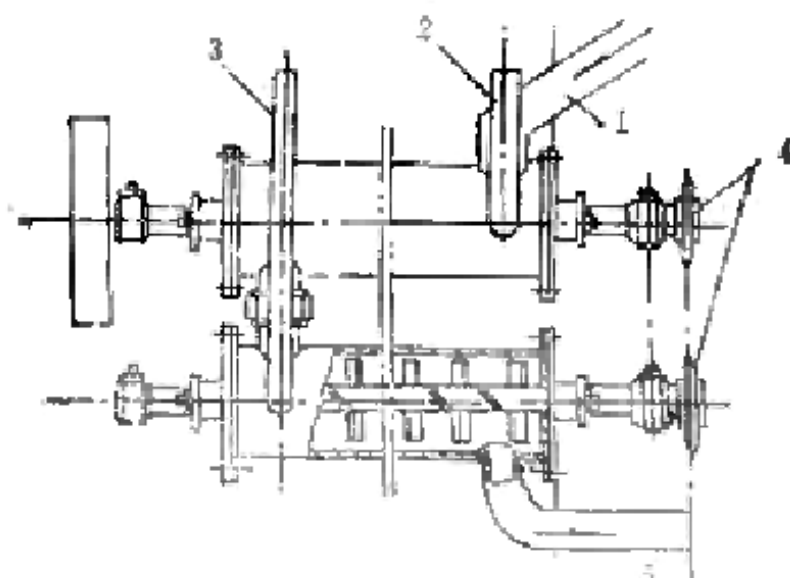


图 10-2-25 连续施胶器结构

1—吸气管 2—松香胶加入管 3—硫酸铝加入管 4—链轮 5—至碎浆箱

拌器的施胶器组成, 两个搅拌器的转速均为 125r/min。

使用这种施胶器对一种纸料进行连续施胶的工艺条件如表 10-2-82 所示。

表 10-2-82

项	目	条 件
加入松香胶乳液后的混合时间		30 s
加入硫酸铝溶液后的混合时间		30 s
进口纸料浓度		$2.8 \pm 0.1\%$
出口纸料浓度		$2.5 \pm 0.1\%$
出口纸料 pH 值		4.2~4.5

2) 型式二：一种型式的连续施胶器如图 10-2-26 所示。

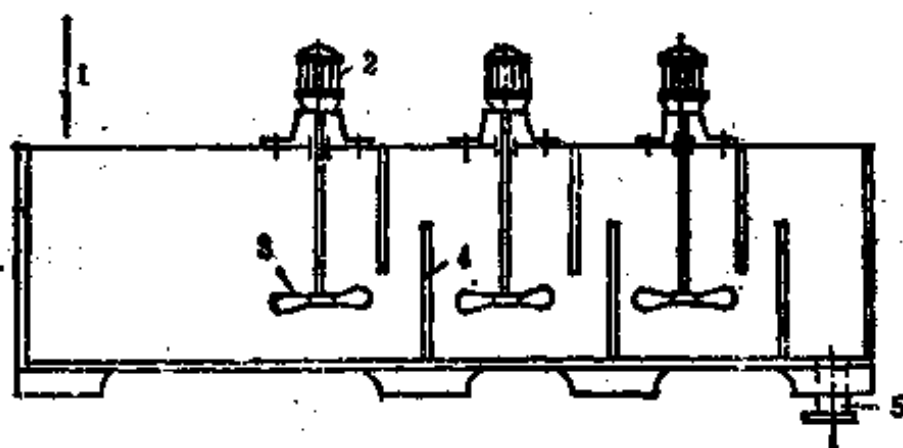


图 10-2-26 一种型式的连续施胶器示意图

1—进浆口 2—电动机 3—搅拌器 4—隔板 5—出浆口

结构和特点：

① 这种设备适用通过量为 $15\sim 20\text{t/d}$ 风干浆 (浆料浓度为 $3\sim 5\%$)，可采用硬聚氯乙烯板制成。

② 出口直径为 200mm 。

③ 搅拌器由立式电动机带动，电动机为 1.5kW ，其转数为 1450r/min 。

④ 浆料的活动是靠高速搅拌的作用，把浆料从上一隔仓输送到下一隔仓。

⑤ 高速搅拌的作用是把浆料由上向下压，使浆料由仓底向上翻到下一隔仓，这样能保证各种化工原料、辅料、浆料均匀混合。

⑥ 下隔板应由可拆卸的多块隔板构成，当浆料流动不畅时，可根据情况卸下下隔板顶端的一块或几块隔板。

⑦ 在连续施胶时，松香胶乳液可连续加在连续施胶器进浆口的附近，待浆料与松香胶乳液经搅拌器适当混合后，再在随后适当的位置连续添加硫酸铝溶液，此后一道自出浆口流出。

(2) 连续施胶流程

1) 型式一：一种对于连续打浆后的纸料进行连续施胶的流

程如图 10-2-27 所示。

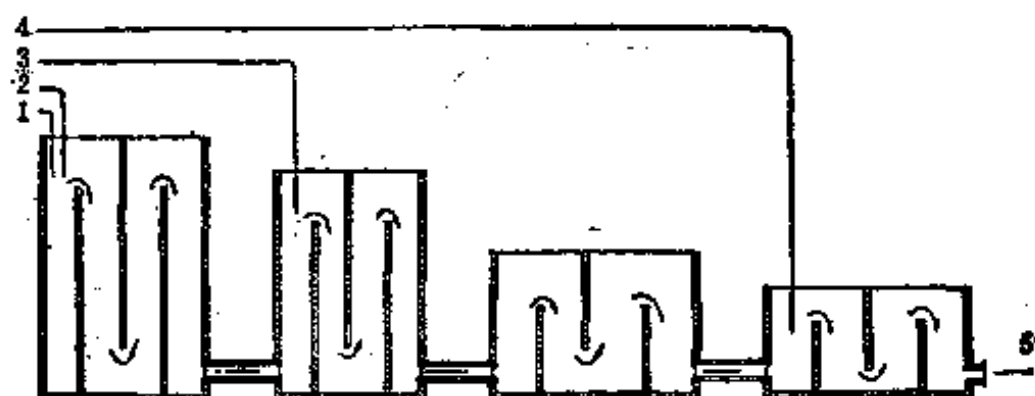


图 10-2-27 一种连续施胶流程图示意图

1—纸料 2—松香凝胶乳液 3—调节用水 4—硫酸铝溶液
5—去成浆池

连续施胶槽的外形规格如表 10-2-83 所示

表 10-2-83

	规格		
	长(mm)	宽(mm)	高(mm)
第一施胶槽	1000	800	1500
第二施胶槽	900	800	1300
第三施胶槽	800	800	800
第四施胶槽	700	800	600

特点:

- ① 本流程适用于一般印刷用纸的连续施胶。
- ② 纸料和松香胶乳液同时送入第一施胶槽的入口，经过多个隔板的折流而混合均匀。

③ 在第四施胶槽中添加硫酸铝溶液。

④ 随后纸料再经过一定混合后流入贮浆池。

2) 型式二：一种连续施胶流程如图 10-2-28 所示。

特点:

- ① 本流程适用于不易施胶的浆料，在搅拌的条件下，松香胶乳液与浆料混合均匀后，才在混合箱内添加硫酸铝溶液。

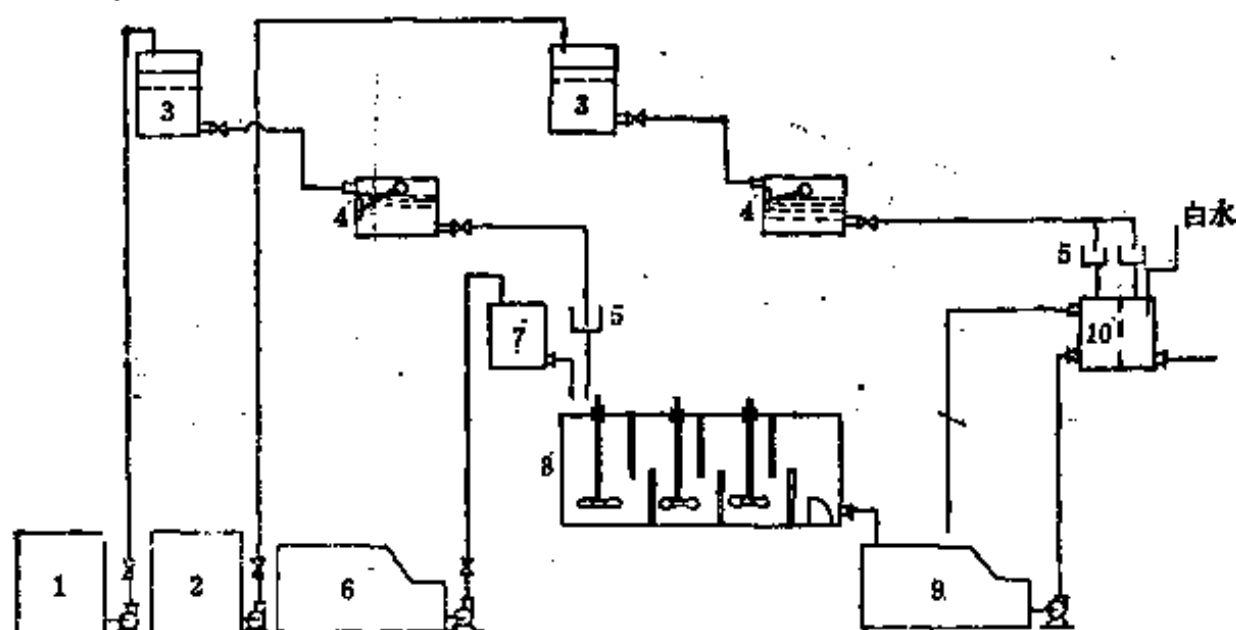


图 10-2-28 一种连续施胶流程示意图

1—松香胶乳贮存槽 2—硫酸铝溶液贮存槽 3—二位式高位槽
4—低位槽 5—筛子 6—成浆池 7—稳压箱 8—连续施胶器
9—纸机浆池 10—混合箱

② 松香胶乳液自贮存槽由泵用二位式间歇自动输送到高位槽中，即高位槽内液位达到一定高度时停止送液，而陆续使用降到一定位置时，又开始送液。

③ 松香胶乳液随后由高位槽通过浮球控制的阀门流到低位槽，这样低位槽的液位可以近似地保持不变。

④ 低位槽内的乳液通过阀门连续流入连续施胶器进行施胶。

⑤ 硫酸铝溶液也由贮槽打至高位槽，再流至低位槽，随后定量地分两路流入混合箱，一路加入回浆中，一路加入白水与浆混合的地方，这样对施胶无不良影响。

⑤ 在生产过程中需要定期地检查两种液体的流量。

3) 型式三：一种连续施胶流程如图 10-2-29 所示。

特点：

① 本流程运用于硬脂酸铵乳液或松香胶乳液的连续施胶。

③ 硬脂酸铵乳液或松香胶乳液在胶液计量槽内由浮球阀控制在一定的液位，并连续通过转子流量计计量后加入调节箱内。

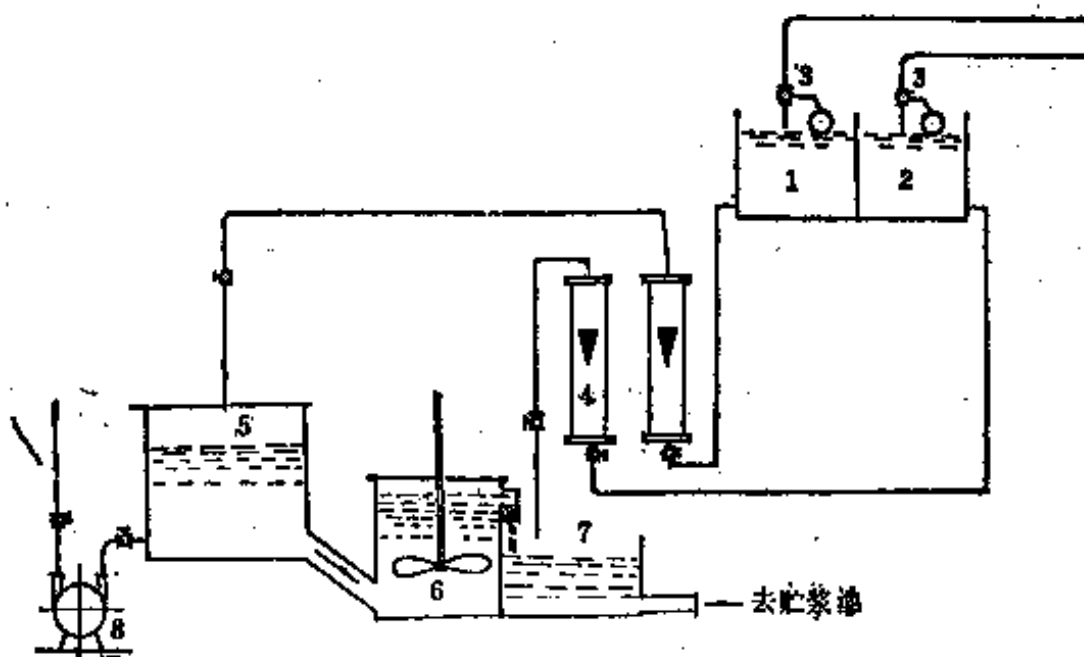


图 10-2-29 一种连续施胶流程示意图

1—胶液计量槽 2—硫酸铝溶液计量槽 3—浮球式自动节门 4—转子流量计 5—调节箱 6—带搅拌器的混合槽 7—中间槽 8—最后一台连续打浆设备

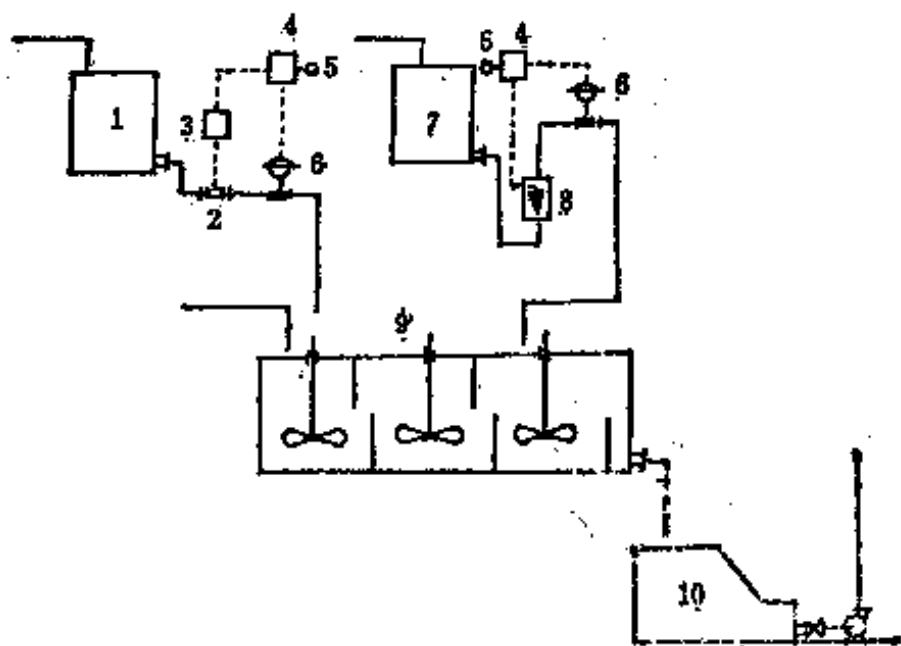


图 10-2-30 一种连续施胶流程示意图

1—松香胶乳液高位槽 2—电磁发送器 3—转换器 4—调节器 5—给定 6—执行机构（气动薄膜调节阀） 7—硫酸铝溶液高位槽 8—转子流量计 9—连续施胶器 10—贮浆槽

③ 由最后一台连续打浆设备出来的纸料在调节箱中与胶液

混合后，再流入混合槽进行充分混合，随后溢流至中间槽内再添加硫酸铝溶液（通过转子流量计计量），并一道进入贮浆池继续混合即完成了连续施胶过程。

4) 型式四：一种使用电磁流量计的连续施胶流程如图 10-2-30 所示。

特点：

① 松香胶乳液的连续添加量是由电磁流量计来测量的，而硫酸铝溶液的连续添加量是由转子流量计来测量的。

② 松香胶乳液自高位槽流入电磁发送器后给出信号经过转换器变成传送信号。

③ 这一信号在调节器中与给定值相比较，通过调节器将运算结果输送至执行结构（气动薄膜调节阀），以控制阀门开放度的大小。

④ 阀门开启度的变化又引起乳液流量的变化，从而流量的大小得到了修正，使之与给定值相等，达到了调节的目的。

⑤ 硫酸铝溶液自高位槽流入转子流量计，将流量电信号送至比例积分调节器（图中未示出）。

⑥ 这一信号在调节器中与事先输入的给定信号进行比较。

⑦ 比较后如实际流量高于给定值，则为正偏差，如低于给定值，则为负偏差。

⑧ 根据偏差的大小转换成气流信号来控制执行机构（气动薄膜调节阀）的大小，以调节硫酸铝溶液的添加量。

5) 型式五：一种连续添加辅料的生产流程如图 10-2-31 所示。

本流程分为两部分：

填料、胶料等添加系统如图中的左半部：

① 填料、胶料等根据工艺规程的要求数值按比例输入至图下方的控制器中。

② 控制器根据工艺的要求给每一执行机构一动作信号。

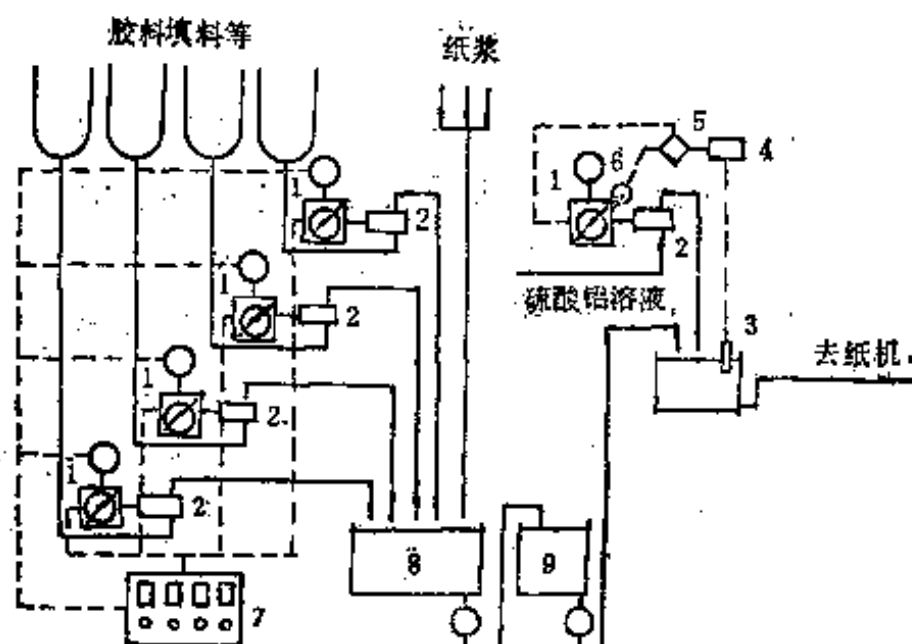


图 10-2-31 一种连续添加辅料的生产流程图

1—执行机构 2—调节阀 3—pH值传感器 4—pH转换器 5—调节器 6—给定 7—控制器 8—贮浆池 9—中间槽

③ 执行机构按所接受的信号动作，驱动调节阀 2 达到一定的开度，使添加剂按比例连续地与进入混合槽中的纸浆相混合，从而满足了工艺要求。

综上所述，流程的左半部为开环调节系统，实现了远距离控制。

硫酸铝添加系统如图中的右半部：

① 工艺要求的数值经给定 6 输入至调节器 5 作为标准给定 pH 值。

② 由贮浆槽来浆的实际 pH 值通过传感器 3 的检测送入转换器 4。

③ 转换器 4 将非标准信号变为标准信号输入至调节器 5 作为纸浆的实际 pH 值。

④ 将纸浆 pH 值与给定 pH 值在调节器 5 内进行比较，产生的偏差信号通过运算输出一阀门开度信号至执行机构，从而实现了闭环调节系统。

(四) 影响施胶效果的因素

1. 浆料性质

不同浆种对胶料的吸附能力不同，所以施胶有难易之分。实践证明，草浆比木浆易施胶，未漂浆比漂白浆容易施胶，磨木浆比化学浆容易施胶，而棉浆和精制浆则难于施胶。

制浆的方法也影响到施胶的难易程度，例如硫酸盐浆要比亚硫酸盐浆易于施胶。

纤维素含量越多，施胶越困难，而半纤维素含量越多，则有利于施胶。对半纤维素含量小于 4.5% 的纸浆，其施胶则显得比较困难。

各种浆料施胶从容易到困难的顺序可排列如下：

磨木浆 > 竹浆 > 未漂硫酸盐木浆 > 未漂亚硫酸盐 > 半漂硫酸
草浆 木浆 蔗渣浆

盐木浆 > 漂白硫酸盐木浆 > 未漂半化学浆 > 精制浆 > 棉浆
漂白亚硫酸盐木浆

以上基本规律对指导施胶操作具有一定的意义。

添加 2% 松香胶，然后用硫酸铝调节到 pH 值 4.5，即在同

表 10-2-84

纸浆的种类	胶料留着率(%)	加拿大标准游 离度 (ml)	干指示剂法(s)
磨木浆	69	260	62
未漂硫酸盐浆	59	370	67
未漂亚硫酸盐浆	47	385	62
半漂硫酸盐浆	66	370	75
漂白亚硫酸盐浆	49	380	46
精制浆	52	390	43
破布浆	18	370	15

注：干指示剂法以 s (秒) 表示，是施胶度的一种测定方法。

样条件下进行施胶比较，各种纸浆的施胶难易程度如表 10-2-84 所示。

2. 胶料和副料的影响

(1) 松香胶乳液质量要稳定，颗粒要小而均匀。松香胶用量要适当，这主要取决于纸张施胶度要求、配用浆种、熬胶质量、气候因素等。

(2) 胶料性质除了胶料种类、游离松香含量等因素有较明显的影响外，如果胶料熬制得不好，乳化不充分而产生胶团、胶块等现象时，则不但严重地影响施胶效果，而且还会造成在抄纸过程中糊网、粘压榨等现象，影响正常抄造。

(3) 硫酸铝用量要适当，用量过多会造成纸脆和腐蚀设备等问题，用量不足会造成假施胶现象。

(4) 填料对施胶不利，填料用量增加，施胶效果下降。

3. 胶料颗粒大小的影响

(1) 松香胶颗粒微小，比表面积大，有利于加在纸浆中的松香胶更好地分布在纸面各处；众多粒度微小的松香胶又拥有较大的总表面积，因而用量小就能取得较好的施胶效果。

(2) 白色松香胶粒度要比褐色松香胶的小得多，因此白色胶的施胶效果较好。强化松香胶优于白色胶，除了因为强化松香胶拥有较多羟基基团外，另一主要原因是，在纸面上聚集后的强化胶粒度只有 $150\sim300\text{Å}$ ，而白色胶粒度则达 $500\sim2600\text{Å}$ 。

4. pH 值的影响

在实际生产中，加硫酸铝后的 pH 值多在 $4.5\sim5.0$ 之间，一般操作又多倾向于控制造纸机上网纸料或网下白水 pH 值在 $4.7\sim5.5$ 之间，以取得最大施胶效果，控制在这一 pH 值也是符合理论要求的。

当然，pH 值的控制还要根据纸料性质、生产用水硬度和白水回用情况予以调正。为此，有对控制 pH 值比理论值可能稍高或稍低。

为了使长网造纸机的网下白水保持一定的 pH 值以取得良好的施胶效果,可通过自动调节的系统向白水池内添加硫酸铝溶液,以调节 pH 值。一种长网造纸机的 pH 值控制装置如图 10-2-32 所示。

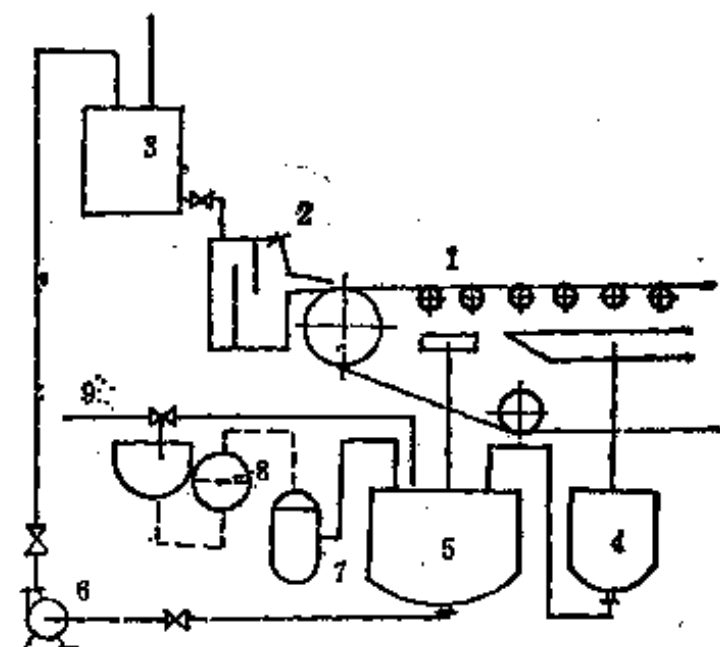


图 10-2-32 长网造纸机的 pH 值控制示意图

1—长网造纸机网部 2—网前箱 3—调节箱 4、5—白水池
6—泵 7—pH 值测定器 8—pH 值调节器 9—添加硫酸铝溶液

5. 阳离子的影响

某些阳离子（特别是碱土金属）的存在，会对施胶效应有所影响。首先是钙离子，如果纸料系统中带有过多钙离子，施胶效果将会下降。这是由于钙离子能与松香酸构成不可溶性松香酸钙，严重地妨碍松香酸与水合铝离子的结合。

经次氯酸钙漂液处理过的漂白浆，如洗涤不充分，会给施胶操作带来一定的困难。钙离子主要还是来自生产用水。

以碳酸钙作为填料的纸张，可采用石蜡松香胶，以取得预期施胶度。在常用填料中，碳酸钙和高岭土都会影响施胶效果。滑石粉用量较少时，不会影响施胶，用量较多，则会有影响。二氧化钛则对施胶没有影响。

6. 阴离子的影响

络合能力大于松香胶或纤维素的阴离子的存在，会妨碍施胶操作。一些阴离子具有与水合铝离子络合的能力，其络合能力由弱到强的顺序如表 10-2-85 所示。

表 10-2-85

络合能力	弱 —————→ 强
阴离子	硝酸根 → 氯离子 → 硫酸根 → 醋酸根 → 酒石酸根 → 柠檬酸根 → 草酸根 → 羟基

在抄纸过程中，白水的循环利用会导致硫酸根 (SO_4^{2-}) 的积累，硫酸根过多，会影响到松香酸同水合铝离子的络合，降低松香胶沉淀物的表面电荷。通常，加用少量氢氧化钠稀溶液，即能改变这种现象。

7. 施胶温度的影响

(1) 施胶温度以不超过 35°C 为宜。由于温度较高，会促进松香胶乳颗粒的凝聚和相互粘结（当温度为 40°C 时胶粒的凝聚比在 18°C 时增大 6 倍），不利于施胶。

(2) 夏季水温较高，生产用水易于滋长微生物，其中有机酸含量显著增多。有机酸的阴离子可能优先与水合铝离子发生络合，影响施胶效果。

(3) 打浆时间较长，采用白水封闭循环系统，也会使纸料温度上升，导致施胶效果的下降。

(4) 施胶温度较高，又有可能在造纸机出现糊网粘辊，严重时还会导致纸幅断头。

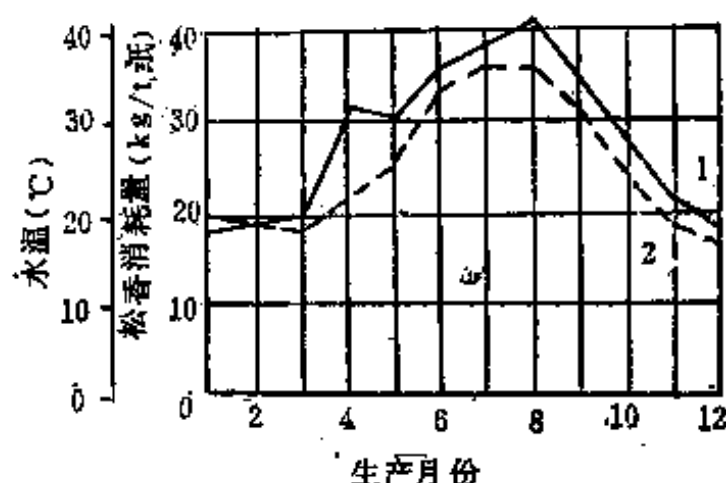


图 10-2-33 施胶时松香消耗量与生产用水温度的关系。
1—松香胶消耗量 2—生产用水的温度

(5) 水温与松香用量的关系：夏季水温高，施胶效果差，松香用量大，图 10-2-33 示出松香消耗量与生产用水的温度的关系。

(6) 水温影响施胶剂用量的实例：随着季节的不同，要达到同一施胶度，施胶剂的用量是不相同的。实例：单面胶版印刷纸的配比为漂白木浆 45%，漂白草浆 55%，在不同季节的施胶剂用量如表 10-2-86 所示。

表 10-2-86

纸张种类	单 面 胶 版 纸									
	40克/米 ²		45克/米 ²		50克/米 ²		60克/米 ²		80克/米 ²	
季节	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
松香	1.7%	1.4%	1.6%	1.33%	1.4%	1.26%	1.3%	1.0%	1.0%	0.9%
硫酸铝	8.0%	7.3%	8.0%	7.0%	7.3%	6.6%	6.6%	6.0%	6.0%	6.0%

(7) 克服夏季施胶困难的措施：夏季施胶困难，首先对松香胶乳液进行试验。如在喷射松香胶时，于乳化槽内加入一定量的冰，使喷射后的乳液温度自 38℃ 降低至 36℃。尽管只降低 2℃，但对乳液的性质仍有较大影响。根据观察，喷放后温度稍低的乳液颗粒小，呈白色，而温度高的乳液颗粒大，带红色。用颗粒大的乳液去施胶，当然效果差。

根据试验，在松香胶乳液中加入一种乳化剂如羧甲基纤维素 (CMC)，可以使乳液稳定和提高松香胶留着率，从而提高了夏季施胶纸张的抗水性。

操作方法是，先将一定量的 CMC 用水浸泡，浓度约为 2% 左右，稍许搅拌待基本溶解后，加入至乳化槽内。然后按常规把松香胶喷入乳化槽，再用泵进行循环，以协助 CMC 的溶解和均匀分布。

添加 CMC 对提高纸张夏季抗水度的结果如表 10-2-87 所示。

试验 编号	施 胶 度 (g)*			备 注
	用松香乳液	用含有5%CMC的松香乳液	提高%	
1	22.7	27.9	23%	配成的乳液当天使用
2	27.4	30.1	9.5%	配成的乳液当天使用
3	15.6	22.5	44%	配成的乳液次日使用
4	23.8	29.7	25%	配成的乳液次日使用

注：施胶度是用药液渗透法测定的。

8. 施胶用水的影响

施胶用水的硬度对施胶效果有很大影响，由于硬水中的钙盐和镁盐能与松香胶料反应产生沉淀，消耗部分松香胶料而降低施胶效果。

在这种情况下，可在加胶前添加硫酸铝或硫酸，调节 pH 值至 5 左右，然后再按正常操作，加胶和加硫酸铝。加硫酸要比加硫酸铝的效果好一些。但过量硫酸会使白水中硫酸根含量增大，也会对施胶产生不良影响。

9. 打浆和抄纸过程对施胶的影响

(1) 打浆的影响

实践证明，提高打浆度对施胶作用的影响并不显著。

(2) 白水再利用的影响

适当回用白水，可以提高胶料在纸中的留着率，但用量不应过多，并且在加松香胶之前，纸料内不能使用过多的白水，因为白水中含有硫酸根离子，当松香胶与其接触时，则会使胶料颗粒变大，影响施胶效果。

(3) 脱水的影响

纸机的网部和压榨部操作不当，有可能影响到纸的施胶。例如，长网部的吸水箱的真空度应逐步提高，而且不能过高，以防止在纸幅网面上未被纤维吸收的胶粒受真空吸力过大而随同白水

流失，其结果是纸的网面施胶度不如毛毯面，造成施胶的两面性。

压榨辊间全幅压力不均匀，又可能导致纸的全幅施胶度不均匀，纸幅两面受压差别较大，又可能导致施胶的两面性。

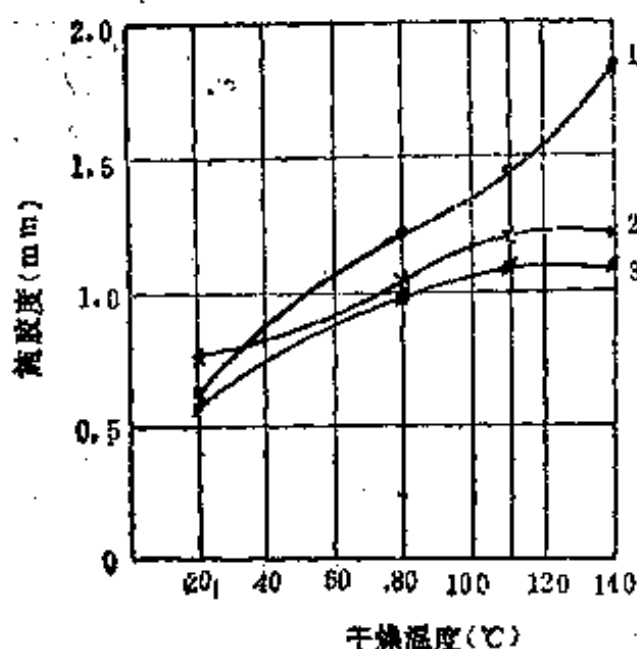


图 10-2-34 干燥温度对施胶度的影响

1—褐色松香胶 2—高游离松香胶 3—白色松香胶

(4) 干燥的影响

在整个抄纸过程中，干燥过程对纸张取得施胶效应非常重要。

在软水的情况下，松香胶用量为 0.75%，硫酸铝用量为 1.5% 时，干燥温度对施胶效应的影响如图 10-2-34 所示。

从图中的曲线可以看出，干燥温度的提高对褐色松香胶的施胶效应最为有利。

根据施胶理论，在纸张干燥过程中，松香胶沉淀物通过羟联反应，与纤维素紧密地联结在一起。也就是使湿纸页的纤维表面所吸附的细小松香胶沉淀物通过干燥温度的熔比，紧紧地凝结在纸面上，从而使纸张具有抗水性能。

但在纸张干燥过程中，一方面要使松香胶沉淀物在纸面上熔化凝结起来，这必然会阻碍纸内水分的蒸发。另一方面要使纸内水分向外蒸发出来，这又必然导致损坏由于内取向已经形成的憎液纸面薄膜。这一问题可通过逐步提高干燥温度的方法来解决。

所谓逐步升温（多缸纸机），即是开始的几个烘缸的温度应较低，而后面的烘缸温度要高于松香胶的熔化温度。胶料的溶化温度是随游离松香含量而变化的，对于游离松香含量极低的褐色胶的熔化温度为 135~140℃，而含有 40% 游离松香的白色胶的熔

化点为 $100\sim 105^{\circ}\text{C}$ 。一般多缸纸机多采用白色胶，为此应严格控制干燥部温度曲线，如骤然提高干燥温度，可能会出现纸张的水蒸汽分压超过水分的蒸发速率，以致破坏松香胶在纸面已熔结好的薄膜，严重时，还会使松香胶从纸张紧贴烘缸的一面转移到另一面，造成施胶的两面性。

(5) 湿纸水分含量的影响

随着在干燥过程中水分的逐渐减少，纸页的施胶度开始下降，随后逐渐上升。

(6) 抄速的影响

抄速高，施胶度下降，这是由于抄速高，相对来说，在网上胶料流失较多。另外，抄速高，即使前面烘缸的表面温度较低，但纸页迅速到达表面温度较高的烘缸，以致纸页内水分迅速向外蒸发出来，导致损坏纸面已熔结好的薄膜。

(7) 压光的影响

经过机械压光的纸，施胶度受到一定的影响，这对于定量低的纸经过纸机上的重压压光时更为明显。据认为，纸在压光时所含的水分是另外一个可变因素，通常在压光时水分含量大（ $7\sim 8\%$ ）是要比水分含量小（ $4\sim 5\%$ ）的纸对施胶度更易受到损害。另外，压光时的压力过大，则对施胶度的影响更大。

八、其他施胶剂

（一）高游离松香胶

1. 特点

高游离松香胶是指含有 $70\sim 90\%$ 甚至高于 90% 游离松香胶的胶料，其特点是游离松香胶颗粒微小（一般为 $0.1\sim 1.0\mu\text{m}$ ，最大 $5\mu\text{m}$ ）。用高游离松香胶进行施胶的效果良好。

2. 制备

一种高游离松香胶制备流程见图 10-2-35。

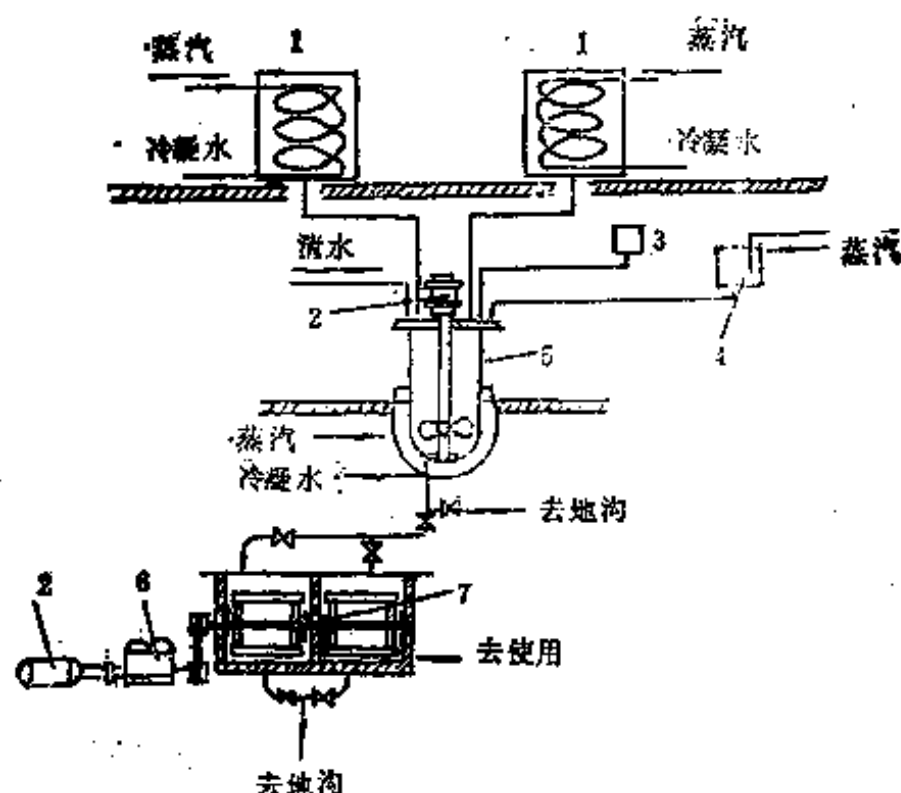


图 10-2-35 一种高游离松香胶制备流程示意图

1—松香熔融槽 2—电动机 3—碱液槽 4—干酪素溶解槽
5—乳化槽 6—减速箱 7—搅拌器

制备要点:

① 采用高速机械搅拌。高游离松香胶的制备首先是在高速搅拌下，在碱液、保护胶体作用下，使熔融松香强制均匀分散成细小、稳定的游离松香颗粒。因此，应尽量加快转速，大于 $1000r/min$ ，以使松香充分分散成细小稳定颗粒的悬浮液。

② 选择合适的保护胶体。高游离松香乳液应有一定的贮存期，必须具有良好的稳定性，单靠机械搅拌和一般的乳化剂是不足以使游离松香颗粒保持长期稳定而不凝聚，因此应选择适当的保护胶体。一般认为，干酪素是制备高游离松香胶的主要保护胶体，它可以在分散的游离松香颗粒周围形成保护膜，阻止松香颗粒的凝结。但由于游离松香表面电荷性能弱，仍不能防止高游离松香乳液长期稳定，需持续搅动，才能防止产生沉淀。选用一种强阴离子型活性剂——亚甲基双萘磺酸钠与干酪素并用，可增强

高游离松香乳液的稳定作用。

③ 严格控制松香熔融、分散乳化、稀释各段的反应温度。

在高游离松香乳液的制备过程中,应严格控制各段反应温度,要使松香在熔融、分散乳化、稀释过程中逐步降温,避免乳液温度骤然变化,致使游离松香颗粒变大,甚至凝结析出。

3. 配方示例

高游离松香胶配方示例如表 10-2-88 所示。

表 10-2-88

项 目	配 方 一	配 方 二
松香	200kg	400kg
纯碱	3.4kg	14kg
皂化用水	150L	200L
干酪素*	11kg	22kg
氢氧化钠(溶解干酪素用)	1.1kg	2.2kg
水(溶解干酪素用)	35L	80L

注,可配用一定量亚甲基双苯磺酸钠。

4. 高游离松香胶的优缺点

- (1) 高游离松香胶的施胶效果较好;
- (2) 受施胶温度和生产用水硬度的影响较小;
- (3) 施胶 pH 值的控制不太严格,节省硫酸铝用量;
- (4) 节约用碱量和蒸汽;
- (5) 适用于难施胶的浆种,也可用于干燥温度较高的情况;
- (6) 全部装置所占的面积较小;
- (7) 需使用价格较高的胶体保护剂,如干酪素等;
- (8) 如控制不当,胶体不够稳定。

高游离松香胶在我国使用不多,近年来已有发展高游离强化松香胶的趋势。

(二) 高游离强化松香胶

1. 特征

将天然和强化松香混合加热熔融，以少量碱液皂化，在适量动物蛋白等保护胶体作用下，用机械高速搅拌强制分散成大量细小稳定游离松香颗粒的悬浮液，这种胶料称为高游离强化松香胶。

高游离强化松香胶的特征如表 10-2-89 所示。

表 10-2-89

项 目	特 征
外观	乳白色不透明悬浮液
总固体量(%)	35~40
pH值	6~7
离子性	弱阴离子型
游离松香颗粒	$\sim 2\mu\text{m} > 90\%$
游离松香含量	92~98%
稳定性，室温高于35℃	大于30天
对温度的影响	避免过热(低于40℃)和冰冻
机械稳定性	良好
化学稳定性	在强酸或强碱，或硬度大于100ppm的水质下不稳定

2. 一种高游离强化松香胶的熬制实例

(1) 原料

选用 50%天然松香和 50%甲醛改性强化松香，选用的甲醛改性强化松香，其马来酐含量 5%，甲醛含量为 2%。甲醛改性强化松香是由熔融松香加固体甲醛熔融而得的，在制备过程中加入少量的酸性催化剂，如 H_2SO_4 或对甲苯磺酸，可降低作用温度至 165~170℃。

保护胶料选用干酪素，以使游离松香颗粒保持长期稳定而不致凝聚。

(2) 熬制流程和设备

高游离强化松香胶的熬制流程如图 10-2-36 所示。

高游离强化松香胶的熬制设备如表 10-2-90 所示。

(3) 熬制条件和操作

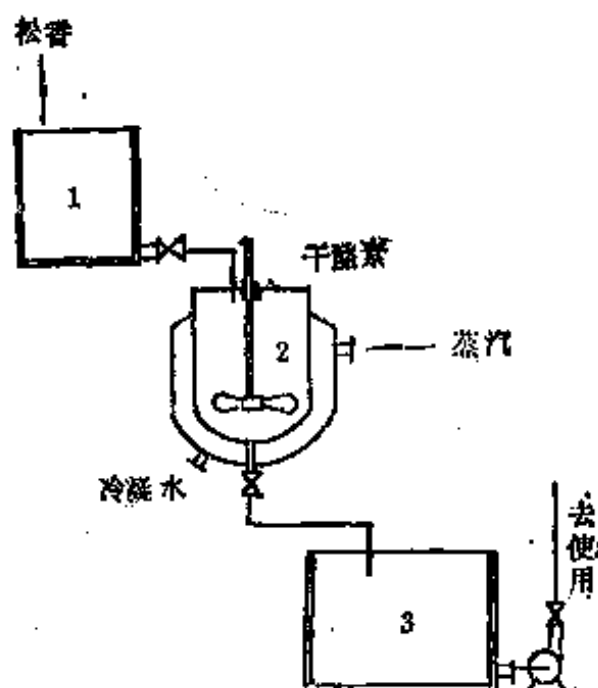


图 10-2-36 高游离强化松香胶熬制流程示意图

1—熔融锅 2—熬制锅 3—贮存槽

表 10-2-90

项 目	说 明
熔融锅	可采用蒸汽夹套加热或电加热
熬制锅	采用蒸汽夹套加热的型式，要有高速机械搅拌，其转速应超过 1100r/min，以使锅中松香胶料能充分分散成细小稳定颗粒的悬浮液
贮存槽	熬制好的松香胶料不用喷射而直接加入贮存槽内贮存备用

高游离强化松香胶的熬制条件和操作如表 10-2-91 所示。

在高游离强化松香胶制备过程中，应严格控制各段反应温度，务使松香在熔融后的分散、稀释过程中逐步降温，避免胶料温度骤然变化，致使游离松香颗粒变大，甚至凝结析出。

3. 优缺点

应用高游离强化松香胶的优缺点如表 10-2-92 所示。

表 10-2-91

项 目	熬 制 条 件 和 操 作
熔融	先将天然松香和甲醛改性强化松香放入熔融锅内加热进行熔融,待熔融后放入熬胶锅
熬制	在熬胶锅中将熔融松香升温至 130℃, 停止加热, 在继续高速搅拌下先加纯碱 0.5% (对松香重), 3min 后添加干酪素 2.5% (对松香重), 过 2min 再添加分散剂亚甲基双苯磺酸钠 0.5% (对松香重), 再过 1min 后添加清水至松香胶浓度约为 35~40%
放料	添加清水至松香胶浓度约为 35~40%, 随后自然冷却使温度降低至 40℃ 以下, 即可开始放料

表 10-2-92

优 点	缺 点
1. 可明显降低胶料、硫酸铝用量	1. 在熬制过程中需使用高速的搅拌装置
2. 对 pH 值适应范围较宽, 可以进行中性施胶	2. 在熬制过程中需使用价格较贵的干酪素作为胶体保护剂
3. 对温度干扰的影响较小, 为解决夏季施胶障碍提供可靠途径	3. 与分散松香胶相比成本稍高, 并且不是 100% 的游离松香
4. 使用时操作简便, 易于控制, 纸机湿部也较清洁	

(三) 冷法松香胶

1. 制备冷法松香胶的设备

冷法松香胶 (简称冷法胶) 实质上属褐色胶的范畴, 但略呈碱性 (pH 值 8)。

冷法胶是液体氢氧化钠和松香在常温下反应制成, 通常可采用一个大容器或 5~6 个小容器, 满盛松香块, 连续注入液体氢氧化钠 (浓度 3~5g/L, 流量 4~5L/min), 最后流出的成品即为带有少量游离氢氧化钠的冷法胶。如采用 5~6 个小容器, 则应将其按顺序排列, 使每一容器的出口液体能方便地流入下一容器

的顶部，并仅在第一个容器的上面注入液体氢氧化钠液，而从最后一个容器的底部流出冷法胶。也可以采用U形管，盛装粉状松香，然后连续注入氢氧化钠溶液，制备冷法胶。

在冷法胶的制备过程中，要定期添加松香，并清除松香渣（不皂化物）。冬季时节，也可以考虑适当将液体氢氧化钠加热至 30℃ 左右。

皂化容器是圆筒形，其高度与直径的比值可为 1:3 左右，也有的资料认为应是 1:6 左右。

在比值为 1:6 的情况下，如已知皂化塔所需的总容积和塔的个数，则可用下式求出塔的直径：

$$V = h \cdot \left(\frac{d}{2} \right)^2 \pi n, \quad h = 6d \quad \text{则} \quad d = \sqrt[3]{\frac{2}{3\pi} \cdot \frac{V}{n}}$$

式中 V ——总容积 (ml)

h ——塔高 (cm)

d ——内径 (cm)

n ——塔的个数

一般认为，液体的适宜流速为 4~5cm/min，而不超过 10m/min 可以得到良好的冷法胶。

2. 冷法松香胶的制备方法

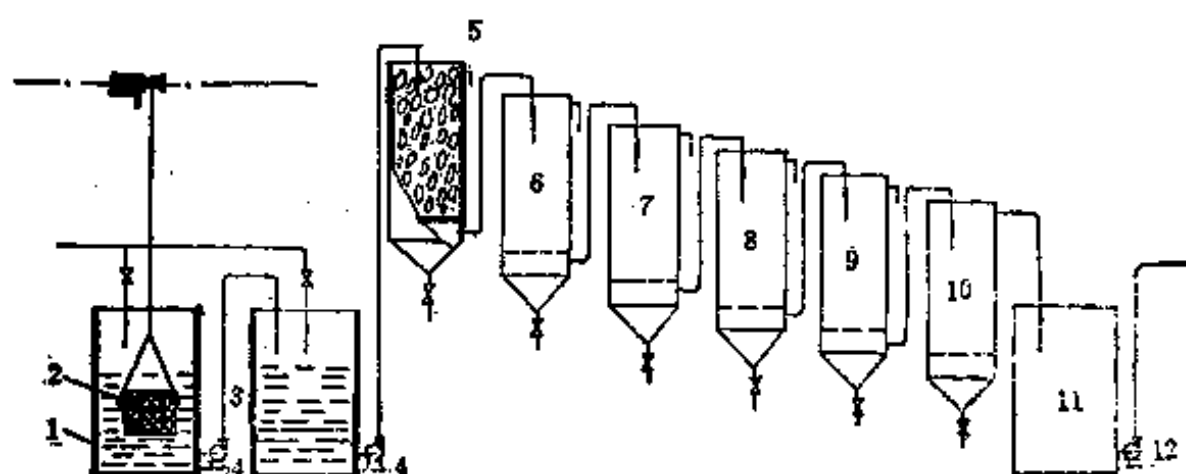


图 10-2-37 冷法松香胶制备流程示意图

1—固体烧碱溶解槽 2—固体烧碱桶 3—液体烧碱贮存槽 4—泵
5~9—松香皂化塔 10—松香胶中间塔 11—松香胶贮存槽 12—泵

(1) 型式一

1) 日产纸袋纸 750t 的冷法胶系统流程如图 10-2-37 所示。

2) 质量标准和配用量：这种冷法松香胶的质量标准和生产实测数据如表 10-2-93 所示。

表 10-2-93

项 目	质量标准	生产实测数值
全松香量	35~40g/L	48~52g/L
游离碱 (NaOH) 量	0.06g/L	0.128g/L

松香胶配用量：对纸袋纸为风干浆的 0.3~0.5% (以全松香计)。

(2) 型式二

1) 一种冷法胶制备流程如图 10-2-38 所示。

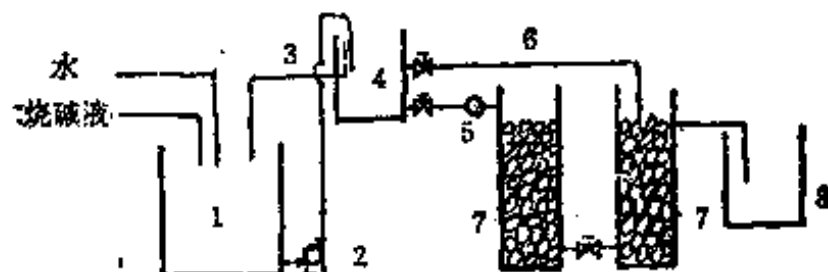


图 10-2-38 冷法松香胶制备流程示意图

1—烧碱贮存槽 2—泵 3—溢流管 4—烧碱液高位槽 5—流量计
6—烧碱液补充管 7—松香皂化塔 8—松香胶贮存槽

2) 特点：

① 本流程仅示出两个皂化塔，实际上，制备冷法胶一般多使用比两个更多的皂化塔。

② 碱液进入皂化塔以前的量由流量计控制，多余的碱液由溢流管流回烧碱贮存槽。

③ 借助于烧碱液补充管可以向第二皂化塔内补充碱液。

(3) 型式三

Delthirna 胶也是一种连续生产的冷法松香胶，它是用一定浓度的氢氧化钠冷溶液以一定速度流经一定大小的松香块而制得，其生产流程如图 10-2-39 所示。

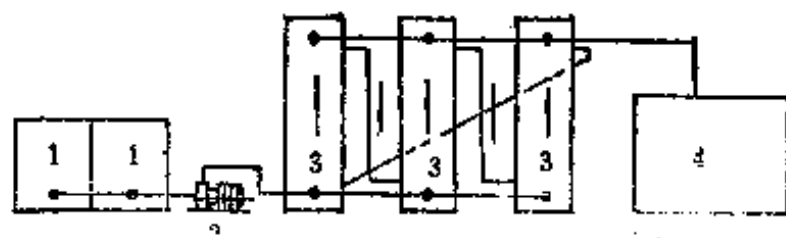


图 10-2-39 Delthirna 胶的生产流程示意图

1—碱液槽 2—泵 3—皂化塔 4—松香胶贮存槽

3. 冷法松香胶的优缺点

冷法松香胶的优缺点如表 10-2-94 所示。

表 10-2-94

优 点	缺 点
<p>1. 由于冷法松香胶带有少量的游离氢氧化钠，比较适用于磨木浆的施胶，并有助于减少松木磨木浆的树脂障碍</p> <p>2. 设备简单，又属连续多产，管理方便</p> <p>3. 技术要求不高，很易掌握</p>	<p>1. 有游离碱存在，多耗硫酸铝</p> <p>2. 色泽黄褐，不宜用于高级纸的施胶，一般应用于对纸张颜色没有特别要求的纸张的施胶</p> <p>3. 易于出现假施胶</p>

(四) 硬 脂 酸 胶

硬脂酸胶包括硬脂酸铵胶、硬脂酸钠胶、硬脂酸石蜡胶等。几种胶料的情况如表 10-2-95 所示。

硬脂酸学名十八烷酸，或简称十八酸。一般生产硬脂酸的原料是牛油、羊油、兽骨油，有时也用植物的固体油脂或硬化的植物油。

商业上的硬脂酸的规格，通常都用生产时最后阶段压榨的次数来表示，如单压、二压和三压等。三压硬脂酸的品质最好，洁白纯净。

表 10-2-85

胶 料	制 法	适用纸张	主要目的
硬脂酸铵胶	硬脂酸与氨水熬制而成	主要用于防油纸、描图纸、打字纸等中高级的薄页纸的浆内施胶	能提高纸张的抗油性、抗水性,增加纸张的平滑性、磨砂外观和油腻感
硬脂酸石蜡胶	在硬脂酸铵胶的熬制过程中添加一定量的石蜡	与硬脂酸铵胶相同	除硬脂酸铵胶的主要目的以外,还能突出赋予纸张良好的手感平滑性
硬脂酸钠胶	硬脂酸与氢氧化钠熬制而成	主要用于防渗、透照相原纸的浆内施胶	能提高纸张的抗水性能和防渗透性能

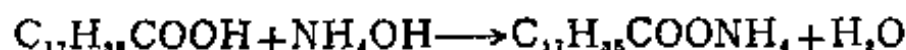
造纸厂使用硬脂酸生产高级纸一般多选用三压硬脂酸（不低于二压）。

1. 硬脂酸铵胶

一般造纸厂熬制硬脂酸铵胶多选用 25% 含量的工业氨水。

(1) 氨水用量的计算

硬脂酸铵是由硬脂酸和氨水起反应, 其反应式如下:



氨水用量的计算可按分子式计算或按酸值计算:

① 按分子式计算氨水用量: 根据上式, 按照正比例关系, 设皂化 100kg 硬脂酸需用的氢氧化钠量为 x ,

$$\text{则 } x = \frac{35}{284} \times 100 = 12.32\text{kg (全部皂化时), 这是指氨水}$$

中含 NH_3 48.57% 的 100% 纯度的氨水需要量。

实际上工业氨水浓度只有 25% 左右, 则全部皂化 100kg 硬

$$\text{脂酸需 25\% 浓度的氨水 } \frac{48.57}{25} \times 12.32 = 23.94\text{kg}$$

② 按酸值计算氨水用量

$$x = \frac{OM_2}{M_1P} (100 - C) \%$$

式中 x ——所求的氢氧化铵量

O ——酸值（以碱与硬脂酸的百分比表示）

M_1 ——测定酸值的碱的分子量

M_2 ——熬制硬脂酸的碱的当量

P ——熬制硬脂酸的碱的化学纯度的百分比

C ——胶料中应含游离硬脂酸的百分比

例：皂化 100kg 硬脂酸，用氢氧化钾测定的酸值为 198，即 19.8%。 NH_4OH 密度 $0.91\text{g}/\text{cm}^3$ ，含 NH_3 25%。全部皂化时则所需 NH_4OH 量为：

$$x = \frac{19.8 \times 35}{56.1 \times 0.5147} \times 100 \%$$

$x = 24 \%$ ，即需要 24kg

注：25%的氨水其纯度百分比为 $\frac{25}{48.57} \times 100 \% = 51.47 \%$

熬制不同酸值的硬脂酸 100kg 所需 NH_4OH ($0.91\text{g}/\text{cm}^3$ NH_3 含量 25%) 的公斤数如表 10-2-96 所示。

表 10-2-96

酸 值	190	192	194	196	198	200	202	204	206	208	210
NH_4OH 公斤数	23	23.27	23.51	23.75	24.00	24.24	24.48	24.72	24.96	25.20	25.45

在熬制硬脂酸铵胶时，由于氨在反应时的易挥发性，氨水实际加入量比理论量要多。

此外，由于生产上熬制工艺的差别，例如加料方式、搅拌速度、反应浓度及反应温度的差别，熬制 100kg 硬脂酸铵胶，各生

产厂的实际氨水加入量是在 25~50kg 之间。

(2) 熬制方法和设备

① 硬脂酸铵胶的熬制可在熬制普通松香胶的夹套熬胶锅中进行, 搅拌速度为 40~120r/min。

② 向熬胶锅内投料的方法有两种: 一是先加硬脂酸加热至溶化后, 再加入稀氨水 (参考实例一); 二是先加清水通汽加热, 再加硬脂酸使之溶化, 随后添加氨水 (参考实例二)。

③ 控制在一定温度连续搅拌, 进行皂化。

④ 待硬脂酸全部皂化后, 用乳化普通松香胶的喷射乳化器喷射至乳化槽内备用。

(3) 硬脂酸铵胶的熬制实例

1) 实例一: 一种硬脂酸铵胶制备流程如图 10-2-40 所示。

熬制过程:

① 将 8kg 硬脂酸碎成约 5cm 大小, 加入容积较小的夹套熬胶锅中, 间接加热至溶化, 温度控制在 60~70℃。

② 在氨水槽 1 中首先存有 55~65℃ 的热水 72L, 在其中加入密度为 0.91g/cm³ 的氨水 4.24L, 混合均匀。

③ 随后将这种稀氨水徐徐加入熬胶锅中, 保持温度在 60~70℃, 连续搅拌 1.5h。

④ 待硬脂酸全部皂化, 即可进行喷射乳化。

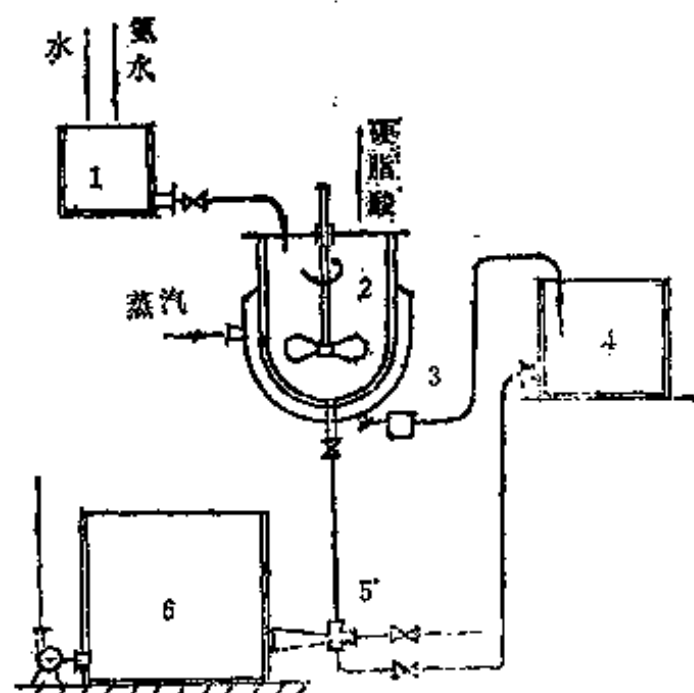


图 10-2-40 一种硬脂酸铵胶制备流程示意图

1—氨水槽 2—熬胶锅 3—搅拌器
4—热水槽 5—喷射器 6—乳化槽

⑤ 乳化稀释后的硬脂酸乳液的浓度保持在 3%。

2) 实例二：一种硬脂酸铵胶制备流程如图 10-2-41 所示。

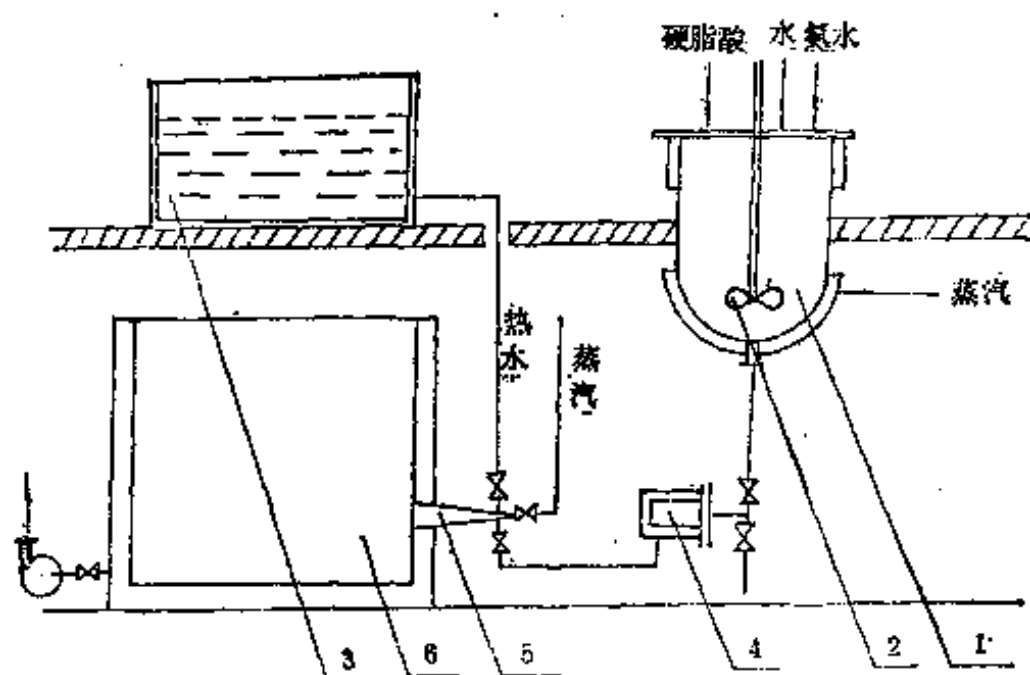


图 10-2-41 一种硬脂酸铵胶制备流程示意图

1—熬胶锅 2—搅拌器 3—热水槽 4—过滤器 5—喷射器 6—乳化槽

熬制过程：

① 向夹套熬胶锅中加入 500~600kg 水通汽加热。

② 将 60kg 硬脂酸碎成 5~8cm 的小块投入锅中，保持 70℃ 左右的温度使之溶化。

③ 将密度 0.91~0.915g/cm³ 的氨水 15~17kg 倒入熬胶锅中，控制温度在 70~75℃ 之间连续搅拌 2~3h。

④ 待硬脂酸全部皂化，胶液呈现稀雪花膏状时，即达到熬制终点。

⑤ 随后将熬好的胶料通过喷射乳化器喷放至乳化槽。喷放用热水温度为 50~60℃，喷放蒸汽压力为 392kPa(4kg/cm²)。

⑥ 乳化后的乳液的稀释浓度为 2%，贮存温度为 42~45℃。

(4) 硬脂酸铵胶的质量

硬脂酸铵胶的质量要求如表 10-2-97 所示。

(5) 影响硬脂酸铵胶质量和施胶的因素

表 10-2-97

项 目	要 求
颗粒大小	3 μm 以下的应占90%以上
外 观	稀释后乳液呈鱼鳞光泽状

① 在熬制工艺上，氨水用量少，搅拌速度慢，液比低，熬制时间短，都会使胶料颗粒变大，质量下降。

② 水质的影响：水质硬度大，熬得的胶料颗粒大。另外硬水也会使施胶效果下降。

③ 胶温的影响：由于硬脂酸铵胶的温度低于 40℃ 就会产生针状结晶使颗粒变大，为此在乳液贮存时，其温度应控制在 42~45℃。

④ pH 值的影响：对防油纸用硬脂酸铵胶的施胶，最好的施胶效果是在网前箱内 pH 值保持在 4.5~5.2。

(6) 硬脂酸铵胶的应用

硬脂酸铵胶主要用于防油纸和描图纸的施胶，也可用于防水纸的施胶。

用于防油纸施胶实例：

① 打浆机打浆：于打浆终点抬起刀辊，随后将硬脂酸铵胶乳液添加至打浆机中循环 10~15min，此后再加硫酸铝溶液循环 10min 后放浆。

② 连续打浆：如用圆柱磨浆机进行打浆，在最后一台圆柱磨浆机的出口处使用转子流量计向纸料连续添加硬脂酸铵胶乳液，随后使纸料通过连续施胶器的隔板再连续添加硫酸铝溶液。

另一种方法是在最后一台圆柱磨浆机的入口处连续添加硬脂酸铵胶乳液，其流量以节门的开启度来控制，待纸料流入贮浆池时连续添加硫酸铝溶液。

(7) 硬脂酸铵胶的施胶效果

硬脂酸铵胶用于防油纸的用量和施胶效果如表 10-2-98 所

表 10-2-98

定量(g/m ²)	硬脂酸铵胶用量, % (对浆)	施胶度, mm (划线法)
23~32	1.2~1.5	0.5~0.75
34~40	1.0~1.2	0.5~0.75

示。

2. 硬脂酸石蜡胶

(1) 制备

硬脂酸石蜡胶是在熬制硬脂酸铵胶时加入石蜡, 熬成的硬脂酸铵作为石蜡的乳化剂, 使石蜡颗粒悬浮在其中。由于石蜡极易凝聚, 所以在制造和使用蜡乳液时, 对熬胶设备、乳化剂、保护胶料和工艺操作都有严格要求。

目前国内一些造纸厂已有使用多年的经验, 一些生产实际数据如表 10-2-99 所示。

表 10-2-99

编号	石蜡 (%)	硬脂酸 (%)	搅拌速度 (r/min)	添加其他乳化剂和保护胶体	熬制条件和操作	稀释浓度 (%)	乳液温度 (°C)	使用情况
1	20	80	40~120	不加	氨水用量为对硬脂酸重的30%, 详见以下实例一	2	42~45	正常
2	50	50	120	不加	氨水用量为对硬脂酸重的50%, 详见以下实例二	2	40以下	正常
3	50	50	980~1400	不加	氨水用量为对硬脂酸重的50%, 详见以下实例三	10	30~35	正常
4	50	50	60	表面活性剂 烷基磺酸钠 6%, 明胶8%, 硼砂2%, 以上 均对石蜡重量 计	氨水用量为对硬脂酸重的30~40, 详见以下实例四	2	30~35	正常

(2) 制备实例

① 实例一：含 20% 石蜡的硬脂酸石蜡胶的制备：氨水用量为对硬脂酸重的 30%，石蜡与硬脂酸同时加入，其熬制设备和流程与图 10-2-3 相似。

熬制操作如表 10-2-100 所示。

表 10-2-100

程 序	操 作
1. 投料和熔化	将石蜡和硬脂酸投入锅内，加冷水使液比达到 1:8~10，随后通汽加热至 65~70℃ 使之熔化
2. 熬制	注入氨水保持 65~70℃，搅拌，熬制 2~3h，即达到熬制终点
3. 喷放乳化	待达到熬制终点后，将熬好的胶料通过喷射乳化器使用 50~55℃ 的温水喷放至乳化槽，再稀释至规定的浓度备用

② 实例二：含 50% 石蜡的硬脂酸石蜡胶的制备：氨水用量为对硬脂酸重的 50%，熬好的胶料用泵加冷水经超声波喷头喷至

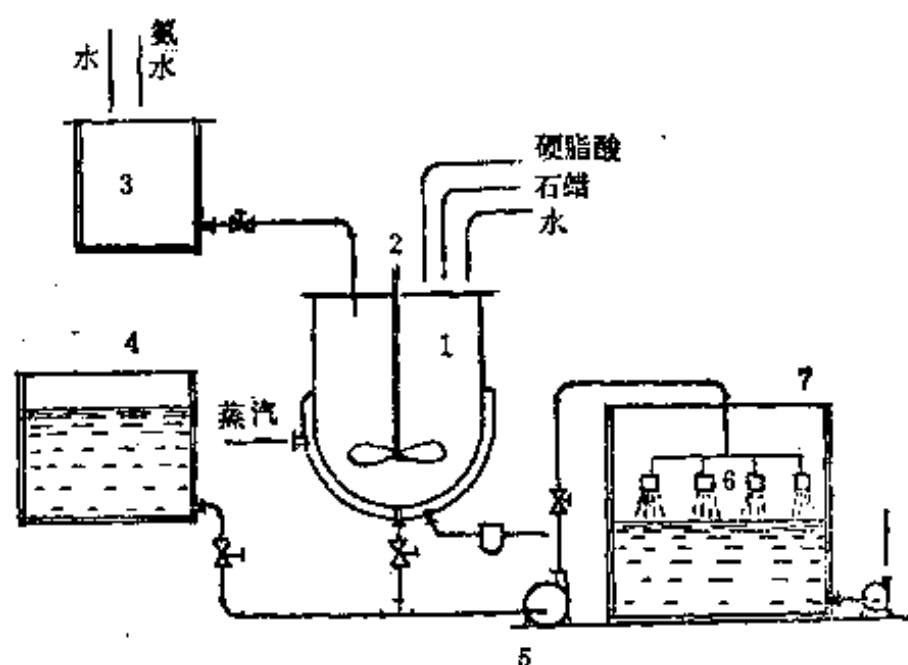


图 10-2-42 含 50% 石蜡的硬脂酸石蜡胶的制备示意图

1—熬胶锅 2—搅拌器 3—氨水槽 4—冷水槽 5—泵 6—超声波喷头 7—乳化槽

乳化槽备用，其制备流程如图 10-2-42 所示。

超声波喷头是由 254mm (1 英寸) 钢管制成，喷口约 2mm。应用时是将液流喷向 2×3mm 的一块金属薄片（薄片固定在冲击液流的节点上）而使金属薄片以超声波频率振动。

熬制的操作类似于实例一。

③ 实例三：含 50% 石蜡的硬脂酸石蜡胶的制备：氨水用量为对硬脂酸重的 50%，也不加乳化剂，熬制好的胶料待降温稀释后直接放入贮存槽备用，这一实例的制备流程如图 10-2-43 所示。

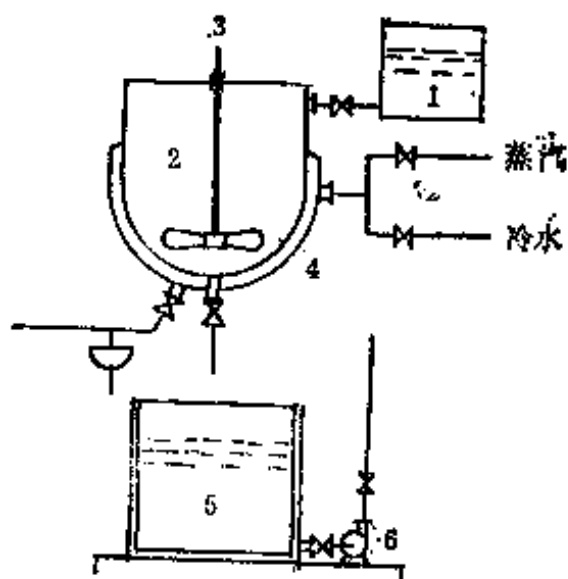


图 10-2-43 含 50% 石蜡的硬脂酸石蜡胶的制备流程示意图

1—氨水槽 2—熬胶锅 3—搅拌器 4—蒸汽夹套 5—贮存槽 6—泵

④ 实例四：含 50% 石蜡的硬脂酸石蜡胶的制备：氨水用量和添加的表面活性剂用量等详见表 10-2-99 中编号 4。在熬制过程中添加表面活性剂等，其目的是促进石蜡颗粒的稳定。这一实例的制备流程如图 10-2-44 所示。

熬制操作如表 10-2-101 所示。

(3) 硬脂酸石蜡胶的使用

硬脂酸石蜡胶一般用作浆内施胶剂，主要用于防油纸，可以提高防油纸抗水性和手感平滑性。硬脂酸石蜡胶也可用于包针纸，或与松香胶混合应用于打字纸的施胶，这样可使纸质柔软，纸面光滑。

硬脂酸石蜡胶应用于防油纸的用量和施胶效果如表 10-2-

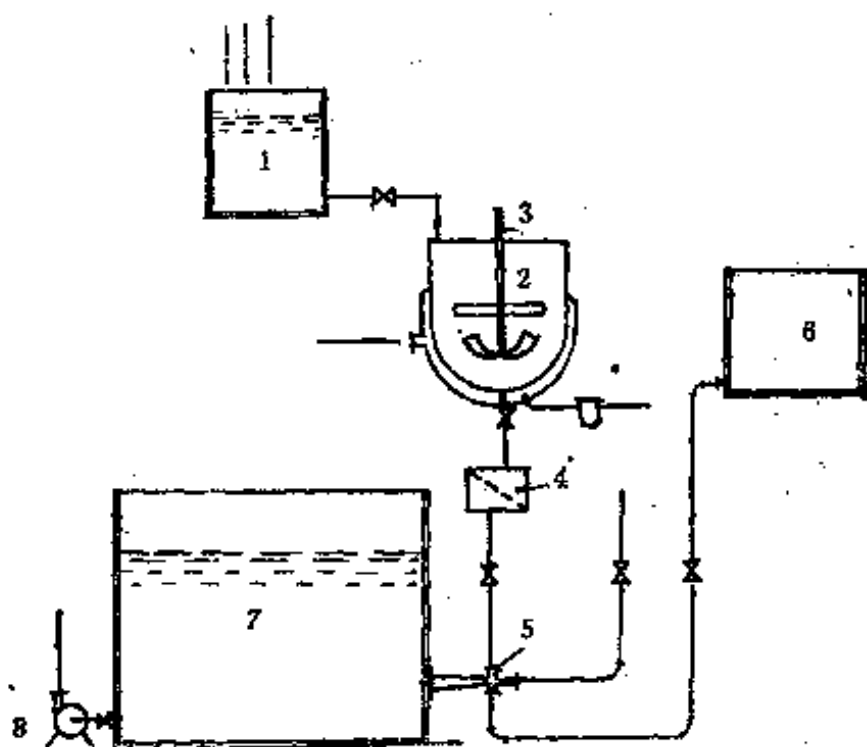


图 10-2-44 含50%石蜡的硬脂酸石蜡胶的制备流程示意图

1—药液槽 2—熬胶锅 3—搅拌器 4—过滤器 5—喷射乳化器
6—冷水槽 7—乳化槽 8—泵

表 10-2-101

程 序	操 作 方 法
1. 投料和熔化	将石蜡和硬脂酸投入锅内，加冷水使液比达到1:10，随后通汽加热至65~70℃，使之熔化
2. 熬制	注入氨水保持65~70℃，搅拌熬制1h，此时将药液槽中已溶解的表面活性剂(烷基磺酸钠、明胶、硼砂等的混合液)注入锅内，保持65~70℃继续搅拌熬制1.3h，即达到熬制终点
3. 喷射乳化	待熬制达到终点后，将熬好的胶料通过喷射乳化器使用冷水喷放至乳化槽，再稀释至规定的浓度备用

102 所示。

硬脂酸石蜡胶应用于打字纸的用量和施胶效果如表10-2-103所示。

(4) 使用硬脂酸石蜡胶的优缺点

表 10-2-102

定量(g/m ²)	硬脂酸石蜡胶用量%(对浆)	施胶效果, mm (划线法)
28~32	0.7~1.0	0.5~0.75
34~40	1.0~1.2	0.5~0.75

表 10-2-103

松香胶用量%(对浆)	硬脂酸石蜡胶用量, %(对浆)	施胶效果, mm (划线法)
1.4~2.2	—	0.25
1.4~1.6	0.25~0.3	0.5~0.75

优点:

① 硬脂酸石蜡胶与硬脂酸铵胶相比较, 在相同使用量时, 前者施胶度高, 手感平滑性好, 可降低胶料用量。

② 由于石蜡比硬脂酸的成本低, 这样尽管硬脂酸石蜡胶加入其他表面活性剂和保护胶体等, 但单位成本仍低于硬脂酸铵胶。

③ 由于硫酸铝的消耗主要是对应硬脂酸胶或松香胶, 所以采用硬脂酸石蜡胶的硫酸铝用量减少, 且硬脂酸石蜡胶适用 pH 值范围较大, 例如, 在防油纸抄造过程中, 网前箱酸值达 pH6.2 也仍有良好的施胶效果。

④ 网前箱泡沫大量减少。

缺点:

① 硬脂酸石蜡胶的熬制较复杂, 需严格控制工艺技术条件。

② 在使用时, 如果温度高于石蜡熔点, 则纸机压榨辊面可能出现大量蜡点, 甚至可能堵塞毛毯、成形网等, 直接影响正常生产。而硬脂酸胶则不受使用温度的影响 (40℃ 以上时)。

3. 硬脂酸钠胶

硬脂酸钠胶多用于防渗透照相原纸的施胶,也见用于石棉纸、模压纸制品的施胶。用于防渗透照相原纸的主要目的是提高抗水性能和防渗透性能。

硬脂酸钠胶的施胶作用与松香胶近似,但其化学反应性能极不活泼。硬脂酸钠的溶解度较低,在贮存和使用时应保持一定的温度。

(1) 熬制实例

① 设备:与熬制松香的设备大体相同,熬胶锅的容积为 1.5m^3 ,带有蒸汽夹套加热装置,搅拌器转数为 $25\text{r}/\text{min}$,装有喷射乳化器。

② 原料配用量:原料配用量如表 10-2-104 所示。

表 10-2-104

硬脂酸(三压)	50kg
用碱量 (NaOH)	10% (折合31.4%的液碱26kg)
稀释后乳液浓度	1%

③ 熬制操作:熬制操作如表 10-2-105 所示。

表 10-2-105

程 序	操 作
1. 投料	在熬胶锅中加清水100kg,开汽加热约10min至沸腾,开动搅拌器,加液碱26kg,硬脂酸50kg
2. 熬制	投料后继续开汽加热至沸腾,约10min后硬脂酸全部溶解,随后边搅拌边加水,添加60℃温水350kg,搅拌10min后继续添加60℃温水接近于满锅(总量约 $1.3\sim 1.4\text{m}^3$),随后再继续加热搅拌约20min,直至没有不溶的硬脂酸即达终点
3. 喷放乳化	喷射用清水水温60℃,喷射用蒸汽汽压686kPa($7\text{kg}/\text{cm}^2$),喷射乳化时间约20min

(2) 使用情况

硬脂酸钠胶的溶解度较低，使用时应经常保持贮存槽内温度不得低于 60°C ，否则胶料凝结无法使用。而待胶料添加至纸料中混合分散后，温度高低的影响不大。

输送管道无法保温，停用时间稍长时，胶料也会在管道中凝结。解决的措施是，采用连续缓慢地向纸料内添加胶料，而在特殊情况停用时，放料节门不要关死，少许开启一些，将胶液用泵送回贮存槽，以保持管道中胶液不间断地流动，避免凝结。

(3) 使用量

生产防渗透照相原纸的硬脂酸钠用量一般为 $2\sim 3\%$ (对风干浆量)，硫酸铝用量约为 4% 。一种生产防渗透照相原纸的辅助用量示例如表 10-2-106 所示。

表 10-2-106

辅 料 名 称	用量, % (对风干浆)
硬脂酸钠	2.0
硫酸铝	4.0
羧甲基纤维素	0.5
增白剂	0.2
聚丙烯酰胺	1.0
三聚氰胺甲醛树脂	1.5

(五) 石蜡胶 (蜡乳液)

1. 石蜡和乳化剂

石蜡是从石油中提炼出来的固体结晶的产品，它是直链饱和烷烃的混合物 ($\text{C}_{23}\text{H}_{48}\sim\text{C}_{25}\text{H}_{52}$)，其化学结构式异常复杂，同分异构体相当多，它的不同成分具有不同的熔点，一般石蜡的熔点范围在 $43.3\sim 65.5^{\circ}\text{C}$ 。

作为石蜡乳化剂 (分散剂) 或保护胶体的物质如表 10-2-107

所示。

表 10-2-107

分 类	名 称	特
一般分散剂、乳化剂和保护胶体	阿拉伯树胶	制成乳液能抗酸抗碱
	明胶	溶化后粘性很大，能使硬水中盐凝聚以保护胶体
	羧甲基纤维素素 (CMC)	有优越的分散力和胶粘性，并有良好的乳化性
阴离子型表面活性剂	烷基磺酸钠	有优越的起泡和乳化能力，在硬水和碱性介质中很稳定
阳离子型乳化剂	阳离子型淀粉	效果很好，在硬水和碱性介质中很稳定，但价格较高，仅在某些特殊场合下使用
	阳离子型聚酰胺类	同上
非离子型表面活性剂	平平加（油醇与环氧乙烷的聚合物）	硬水与酸碱介质都稳定，与纤维无结合力，很少使用
乳液	松香胶乳液	可单独作为乳化剂，属非酸稳定型蜡乳液
	硬脂酸铵乳液	同上

2. 蜡乳液的制备实例

(1) 实例一

一种蜡乳液的石蜡、乳化剂和保护胶体的配比如表 10-2-108 所示。

表 10-2-108

项 目	石蜡	硬脂酸	氨水	烷基磺酸钠	明胶	细砂
配比(%)	80	20	30	8	8	2

注：上表除氨水是对硬脂酸重量计以外，其他均对石蜡重量计。

1) 熬制流程：熬制蜡乳液的设备如图 10-2-45 所示。

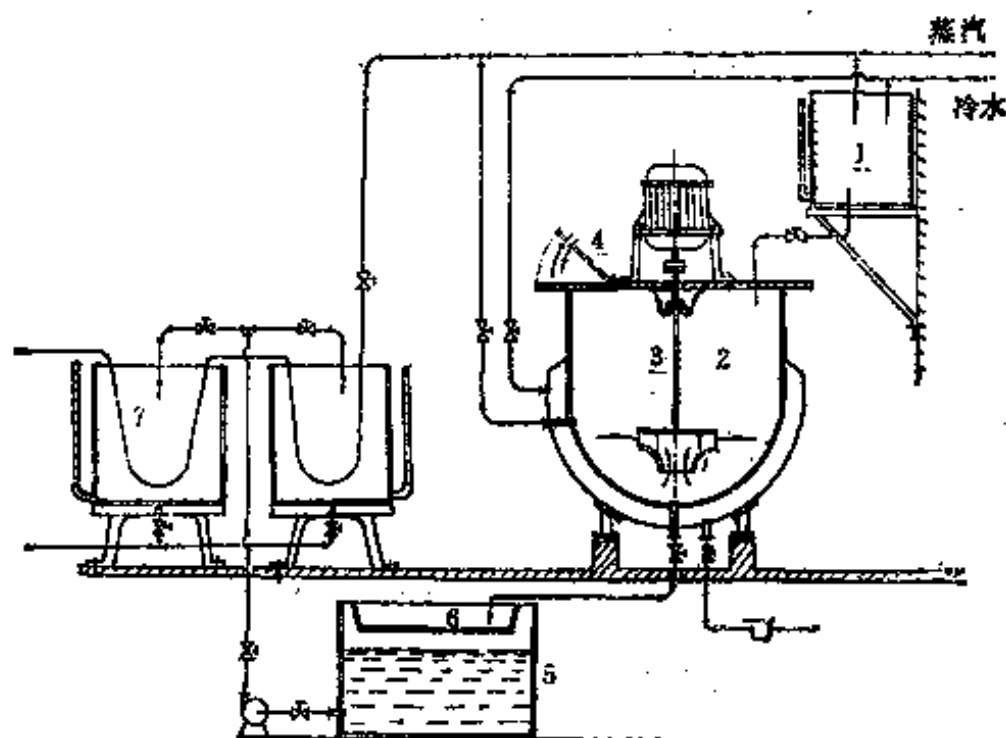


图 10-2-45 熬制蜡乳液的设备示意图

1—计量加热槽 2—熬胶锅 3—高速搅拌器 4—投料口 5—贮存槽 6—过滤筛板 7—计量槽

2) 设备特点: 设备特点如表 10-2-109 所示。

表 10-2-109

名 称	特 点
熬胶锅的夹套	熬胶锅的夹套可通入蒸汽进行加热, 也可通入冷水进行冷却
搅拌器	搅拌器的转速应快, 通常为1400或2900r/min, 搅拌叶采用2.54mm (1in) 离心泵的叶轮
熬胶锅的锅盖	熬胶锅的锅盖是密封的, 以防止高速搅拌时使乳液溅出锅外
计量槽	计量槽内装有蒸汽加热管, 以保持胶液温度
计量加热槽	两用, 除可加热药液中, 也用于加热温水

3) 熬制特点:

① 与熬制硬脂酸石蜡胶相比, 这种胶料熬制时要求液比低,

反应浓度高，另外较高的反应温度也有助于使颗粒分散得较好。

② 在熬制过程中需严格控制反应温度，并且加入乳化剂的温度应尽量与熔化石蜡的温度接近。

③ 为保持乳液内石蜡颗粒的高度分散性，乳化的稀释方法也很重要，可采用分段逐步稀释的方法。

④ 为了保持石蜡乳液的稳定性，乳液贮存的浓度应较高，一般为5~10%。

4) 乳液的制备：蜡乳液的制备如表 10-2-110 所示。

表 10 2-110

制备程序	操 作 方 法
石蜡溶化	先将称量好的碎成小块的石蜡与硬脂酸投入熬胶锅内，加热至85~90℃，待石蜡与硬脂酸全部熔化后，开动搅拌器进行搅拌5min
乳化剂溶液的制备	用相当于石蜡重量80%的水，将明胶溶解。然后将烷基磷酸钠、硼砂、明胶溶液和氨水一并倒入计量加热槽中搅拌均匀，并加热至80℃
乳化过程	在石蜡与硬脂酸全部熔化后，开动搅拌器进行搅拌5min，此时，使溶液在高速翻动情况下，将约80℃的乳化剂溶液通过转心节门逐渐加入熬胶锅中，并把乳化温度控制在85~90℃，反应时间为1h

5) 乳液的稀释和冷却：石蜡乳化好以后，停止加热，改向熬胶锅夹套内通入冷水进行冷却，待乳液冷却到70℃时，开始进行稀释。

石蜡乳液贮存浓度为10%，根据所要求的乳液浓度计算出稀释所需要的总水量。稀释分四段进行，每次的稀释用水量大体相同。熬胶锅内温度由70℃逐步降低为60、50、40℃，从计量加热槽内流出的稀释水的温度也相应控制为70、60、50、40℃左右。

石蜡乳液经稀释后胶料浓度达10%时，再搅拌10min至乳液低于40℃，放入贮存槽备用（贮存温度30~35℃）。

6) 应用效果：这种蜡乳液用于防油纸施胶，与硬脂酸胶相

比，可节省约 $\frac{1}{4}$ 的胶料，成本有所降低，但工艺控制需严格，否则易产生蜡点。

(2) 实例二

乳化剂主要采用硬脂酸、干酪素等，每锅熬制 7kg 石蜡所用原料配比和数量如表 10-2-111 所示。

表 10-2-111

项 目	配比(%)	数量(kg)
石蜡	100	7
硬脂酸	10	0.7
干酪素	10	0.7
氢氧化钠 (100%NaOH)	1	0.07
中性皂(即普通工业用皂)	2	0.14
硼砂	2	0.14

所用硬脂酸在石蜡乳化过程中与氢氧化钠作用生成硬脂酸钠皂，而中性皂也作为辅助乳化剂，这两种皂均以降低表面自由能来稳定石蜡乳液。

干酪素也是主要乳化剂，它能在分散的石蜡颗粒周围形成坚固的保护膜，阻止石蜡颗粒的凝结，使石蜡乳液稳定。

1) 熬制石蜡乳液

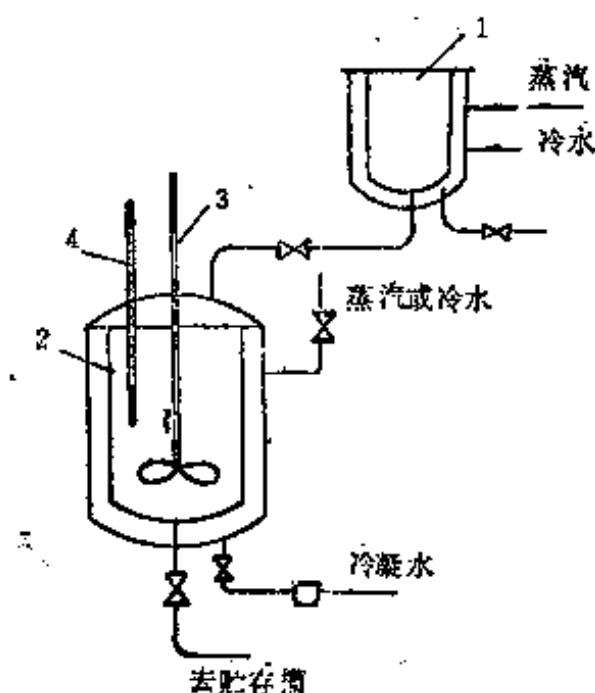


图 10-2-46 熬制石蜡乳液的设备示意图

1—加热槽 2—夹层熬胶锅 3—搅拌器
4—油管温度计

的流程如图 10-2-46 所示。

2) 设备特点:

① 熬胶锅的夹套内可通蒸汽加热, 也可通入冷水进行冷却。

② 石蜡的熔化、乳化反应、乳液稀释均在这一熬胶锅内进行。

③ 搅拌器的转速为 960r/min。

④ 加热槽也是带夹套的, 可通汽加热, 使槽内药液保持一定的温度。

3) 乳液的制备: 蜡乳液的制备如表 10-2-112 所示。

表 10-2-112

制备程序	操 作 方 法
石蜡熔化	先将称量好碎成小块的石蜡和硬脂酸投入熬胶锅内, 加热至 70~75℃, 待石蜡和硬脂酸全部熔化后, 开动搅拌器进行搅拌 20min, 使石蜡和硬脂酸充分混合, 熔化物的温度控制在 90℃左右
乳化剂溶液的制备	先将干酪素用 5 倍水浸渍, 然后加热并不断搅拌, 待温度达 60℃时, 加入氢氧化钠溶液使干酪素溶解。中性皂用 70~80℃热水进行溶解, 并加入硼砂搅拌均匀后, 倒入已溶解好的干酪素溶液内, 制成乳化剂溶液备用。这时乳化剂溶液内总水量为石蜡重的 1.2~1.3 倍
乳化过程	将乳化剂溶液倒入带夹层加热的加热槽内加热至 80℃, 随后缓慢地加入至熬胶锅内, 并把乳化温度控制在 80~95℃, 乳化时间为 30min, 在整个乳化过程中一直进行搅拌

4) 乳液的稀释和冷却: 石蜡乳化好以后, 停止加热, 改向熬胶锅夹套内通入冷水进行冷却, 待乳液冷却至 80℃时, 开始进行稀释。

石蜡乳液贮存浓度应为 5~10%, 根据所要求的乳液浓度计算出稀释所需要的总水量。稀释分 5 段进行, 每次的稀释用水量大体相同。熬胶锅内温度由 80℃逐步降低为 70、60、50、40℃, 从加热槽中流出的稀释水的温度也相应控制为 80、70、60、50、40℃左右。

稀释结束后, 再搅拌 10min 至乳液温度低于 40℃, 放入贮

存槽备用。

5) 应用效果: 这种蜡乳液应用在防油纸、白纸板面层和火柴纸的浆内施胶, 均有一定的效果。

(3) 实例三

乳化剂和保护胶料主要采用硬脂酸、羧甲基纤维素、硼砂等, 其配比如表 10-2-113 所示。

表 10-2-113

项目	石蜡	硬脂酸	羧甲基纤维素	硼砂
配比(%)	100	20	12	12

注: 上表中一些配比均对石蜡重量计。

1) 熬制流程: 熬制蜡乳液的流程如图 10-2-47 所示。

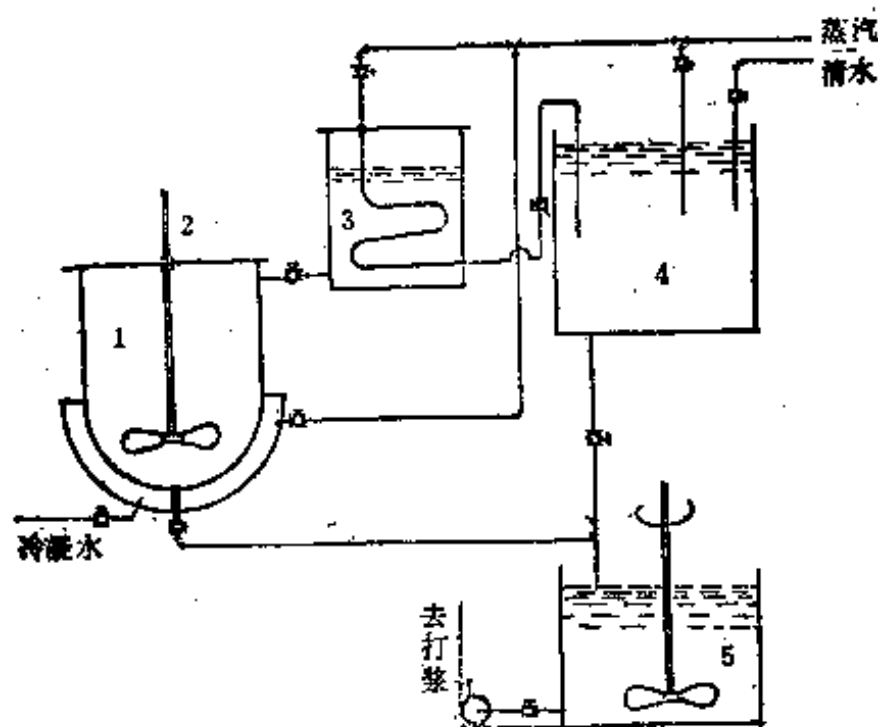


图 10-2-47 熬制石蜡乳液的设备示意图

1—熬胶锅 2—搅拌器 3—石蜡和硬脂酸熔融槽 4—热水槽
5—稀释乳液贮存槽

2) 设备特点:

① 熬胶锅中装有高速搅拌器。

② 为防止羧甲基纤维素与铁产生锈点，熬胶锅应由不锈钢制成。

③ 熔融槽内设有蛇形加热管。

④ 贮存槽内也装有搅拌器，在乳液贮存时应不断进行搅拌。

3) 乳液的制备：蜡乳液的制备如表 10-2-114 所示。

表 10-2-114

制备程序	操 作 方 法
石蜡乳化	先将称量好碎成小块的石蜡和硬脂酸投入熔融槽内加热至 80~85℃ 待用
乳化剂溶液的制备	将羧甲基纤维素提前用冷水浸泡，随后搅拌加热溶解后倒入熬胶锅中，再加入硼砂，使温度达 80~85℃
乳化过程	开动熬胶锅内搅拌器，将熔融的石蜡和硬脂酸以细流状缓缓地加入熬胶锅内，在 80~85℃ 下连续搅拌 1 h 后停止保温
稀释和贮存	开动贮存槽内搅拌器，将熬胶锅内降温至 40℃ 的胶液用与其温度相近的温水稀释，并一道进入贮存槽，最终稀释至 4% 浓度备用

4) 应用：

① 这种蜡乳液曾与松香胶混合用于以硫酸钙作填料的薄凸版纸和字典纸，效果良好。例如对于生产以碳酸钙作为填料的薄凸版纸，添加这种蜡乳液 0.6% 和松香胶 0.4%，或添加蜡乳液 0.8% 和松香胶 0.6%，从成纸质量来看，均取得良好的施胶效果。

② 加胶加填的顺序为：先加松香胶和蜡乳液，再加硫酸铝。加硫酸铝后 pH 值控制在 6.0~6.5 之间。碳酸钙则在和浆后纸机上网前加入。

③ 加碳酸钙后网前箱 pH 值控制在 7.2~7.8 之间，就会解决产生大量泡沫问题。

3. 石蜡改性

当石蜡与聚乙烯掺合时，石蜡的性质会有较大的改进，可具有低温时的柔软性和韧性等，从而适用于冷冻食品包装用纸。

配制聚乙烯—石蜡混合物时，一般温度是在 150℃ 左右。配制时先将石蜡熔化，然后边搅拌边加入规定量的聚乙烯（最好粉末状），直至聚乙烯全部溶于石蜡中，同时采用氮气或二氧化碳保护石蜡表面以防氧化。

4. 石蜡胶的优缺点和适用纸种

石蜡胶的优缺点和适用纸种如表 10-2-115 所示。

表 10-2-115

优 点	缺 点	适用纸种
1. 是一种价廉的施胶剂 2. 能赋予纸张以较高的憎液性能（包括憎水、抗墨水、抗油、抗乳酸等） 3. 可以提高纸张的柔软性、弹性、平滑度和光泽度 4. 可以避免夏季常常发生的施胶不良现象 5. 能减少纸机系统中产生泡沫较多的问题	1. 使纸和纸板的强度有所降低，尤其是抗张强度和耐破度 2. 当使用石蜡胶施胶时，纸的柔软性增加，如需增加纸的挺度时，则其耐磨度相应减少。这种两重性的性质，取决于纸和纸板的最终用途，各有优缺点 3. 使用石蜡胶施胶时，如控制不当，石蜡颗粒易于凝聚、折离，造成生产上的困难 4. 在封闭白水系统中，使用石蜡胶对白水或纤维回收效率有不利的影响 5. 使用石蜡胶的熬制和使用工艺较复杂，如处理不当，易发生石蜡障碍，为此需要严格的技术管理	可用于防油纸、印刷纸、硫酸钙填料纸、牛奶瓶纸板、石棉纸、绝缘纸板、肉食包装纸、冷冻食品包装纸等

5. 褐煤蜡施胶

除石蜡外，还可采用褐煤蜡或其他蜡类物质作为施胶剂。褐煤蜡即山蜡，是用苯或汽油抽提褐色烟煤而制得。熬制褐煤蜡胶料时，最好加褐煤蜡重量 20% 的松香。

用褐煤蜡胶料进行施胶与用一般的松香胶施胶相同。温度越高，纸和纸板的干燥时间越长，褐煤蜡施胶越有效。

褐煤蜡胶料引起纸的物理强度下降，并且由于褐煤蜡呈褐色至黑色，降低了纸张白度，为此仅限用于暗色纸的施胶。

褐煤蜡胶的一个优点是，能在 pH 值高达 7~7.5 的条件下

取得良好的施胶效果，因此它适用于对添加碱性填料的纸浆的施胶。

(六) 石蜡松香胶

石蜡松香胶可以按白色胶的生产流程进行制备。它的施胶性能优于单纯用松香制出的胶料。石蜡松香胶也可大体分为高石蜡含量和低石蜡含量的两种类型。

1. 高石蜡含量的石蜡松香胶

高石蜡含量的石蜡松香胶的石蜡含量可略低于松香量的50%，在这种情况下需要加入一些乳化剂，以保护石蜡颗粒分散良好，不致凝结成块。

(1) 一种高石蜡含量的松香石蜡胶的熬制实例

1) 制备流程：制备流程如图 10-2-48 所示。

2) 设备特点：

① 熬胶锅 3 可采用定型的 1m^3 带搅拌的熬胶锅，夹套可通入蒸汽加热，也可通冷水进行冷却。

② 熬胶锅下方的加热槽一个用于加热溶解石蜡使成为石蜡乳液，另一个用于溶解骨酸、皂粉等乳化剂。

③ 熬胶锅上面的加热槽一个用于加热溶解石蜡使成为石蜡乳液，另一个用于溶解骨酸、皂粉等乳化剂。

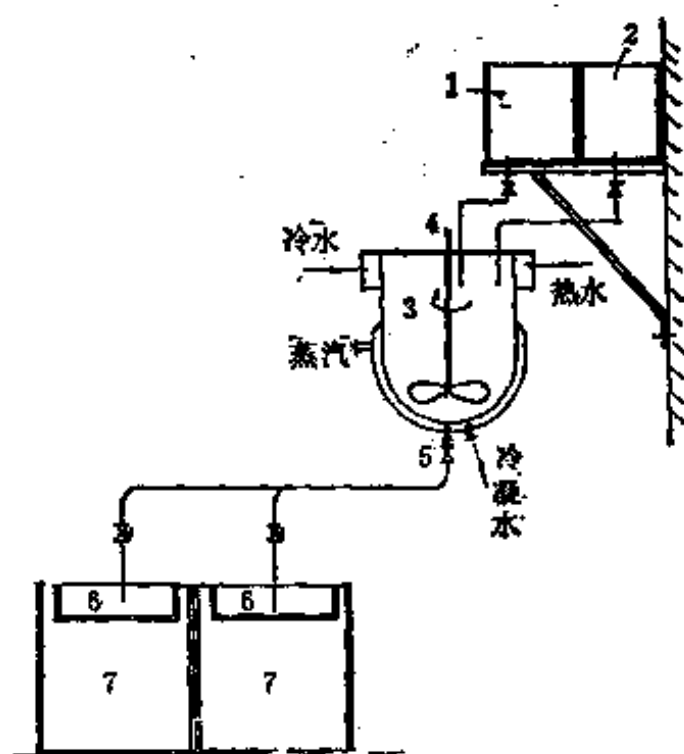


图 10-2-48 一种高石蜡含量的松香石蜡胶的熬制流程

1、2—加热槽 3—熬胶锅 4—搅拌器
5—放料阀 6—筛板 7—贮存槽

3) 配比和加料量: 每锅的原料配比和加料量如表 10-2-116 所示。

表 10-2-116

项 目	配比(%)	加料量(kg)
松香	200	12
石蜡	约90	32~34
纯碱	40.8	17.5
骨胶(乳化剂或分散剂)	10	3.6
皂粉(乳化剂或分散剂)	2	0.72
硼砂(防腐剂)	2	0.72
辛醇(消泡剂)	0.1	0.036

4) 熬制工艺操作和要点: 高石蜡含量的石蜡松香胶的熬制工艺操作和要点如表 10-2-117 所示。

表 10-2-117

操作程序	操 作 要 点
1. 加碱	向熬胶锅内注入清水60kg, 通汽加热近于沸腾。加纯碱通汽至沸腾
2. 投料和熬制	缓慢地加入砸成核桃大小的松香块进行熬制, 熬制方法与白色松香胶的相似, 保温时间2h左右。待松香胶熬至用棒挑起呈片状落下后, 在松香胶内加入稀释搅拌, 使胶料中无软块, 完全均匀分散
3. 添加乳化剂和防腐剂	加入已溶解的骨胶、硼砂和皂粉, 并进行搅拌至少15min
4. 添加石蜡	随后在搅拌的情况下加入已熔化的石蜡, 加石蜡后保温搅拌时间不少于15min
5. 降温	向夹套内通冷水进行降温, 并搅拌不少于15min
6. 稀释和贮存	待胶料温度降至约80℃时停止搅拌加水至浓度约9%。随后开动搅拌器搅拌至胶料无软块, 完全分散均匀为止。停止搅拌, 过筛放料至贮存槽。在贮存槽内加水至标准刻度, 再加辛醇消除泡沫备用

(2) 高石蜡含量的石蜡松香胶的优缺点

① 用于白纸板的面层施胶，可以提高施胶度，增加纸面的油腻感，并使纸板印刷性能良好。

② 由于石蜡有油腻性，可以保护纸机烘缸缸面的光泽度。

③ 熬胶的操作条件和搅拌时间均需严格控制。

④ 如使用操作不当，可能使石蜡颗粒凝聚，析离为蜡点粘着于成形网、毛毯、压辊，甚至沾污纸面造成生产困难。

(3) 高石蜡含量的石蜡松香胶的应用

这种胶料向浆内的添加与一般松香胶相同，即可直接添加在纸浆中，一定时间后添加硫酸铝。对于一种白纸板面层的施胶的实际数值是，石蜡松香胶的用量为 1.4%（对浆重），硫酸铝的用量为 4%（对浆重）。

2. 低石蜡含量的石蜡松香胶

这种胶料的石蜡用量一般是松香量的 10~20%，其熬制的流程、设备和操作与熬制白色松香胶的相似。

(1) 实例一

一种熬制成含 15% 石蜡的石蜡松香胶的实例。

1) 制胶设备：制胶设备如表 10-2-118 所示。

表 10-2-118

项 目	规 格
熬胶锅	容积为 0.78m^3 ，带夹套，用蒸汽间接加热
搅拌器	垂直搅拌，转速为 $50\text{r}/\text{min}$
喷射乳化器	普通型式
乳化槽	容积为 10m^3 的三个

2) 原料配比：原料配比如表 10-2-119 所示。

3) 操作程序：这一实例的操作程序如表 10-2-120 所示。

4) 应用：

表 10-2-119

项 目	松香(kg)	石蜡(kg)	纯碱(kg)	清水(kg)
配 比	100	15	12	90

表 10-2-120

操作程序	操 作 要 点
1. 加碱	向熬胶锅内先加清水，加热至近于沸腾，随后加入纯碱，开始搅拌，加热至沸腾
2. 投料	加入石蜡，继续搅拌和加热，使石蜡完全溶化。缓慢地加入砸成核桃大小的松香块进行皂化
3. 熬制	要点与熬制白色松香胶的相同
4. 终点判断	也与白色松香胶的相似，即胶料呈透明状，没有粒状或块状物质，也没有气泡夹在其中，若滴一滴胶料于80℃的热水中，能自动化开，即为合乎要求的松香胶料
5. 喷射乳化	熬成的胶料通过喷射乳化器进行乳化，喷射后的石蜡松香胶乳液呈乳白色

① 用这种石蜡松香胶对纸浆的施胶操作，基本上与使用白色松香胶相同。

② 这种石蜡松香胶已应用在对于凸版印刷纸、水泥袋纸、有光纸、信封纸等的施胶，效果良好。

(2) 实例二

一种熬制成20%石蜡的石蜡松香胶的实例。

1) 配比：这种胶料的配比如表 10-2-121 所示。

表 10-2-121

项 目	松香	石蜡	烧碱	水	明胶
配比(%)	100	20	10	65~70	2.5

注：表中石蜡、烧碱、明胶的数量均为对松香的重量百分比。

2) 设备流程：熬制这种石蜡松香胶的设备流程如图10-2-49所示。

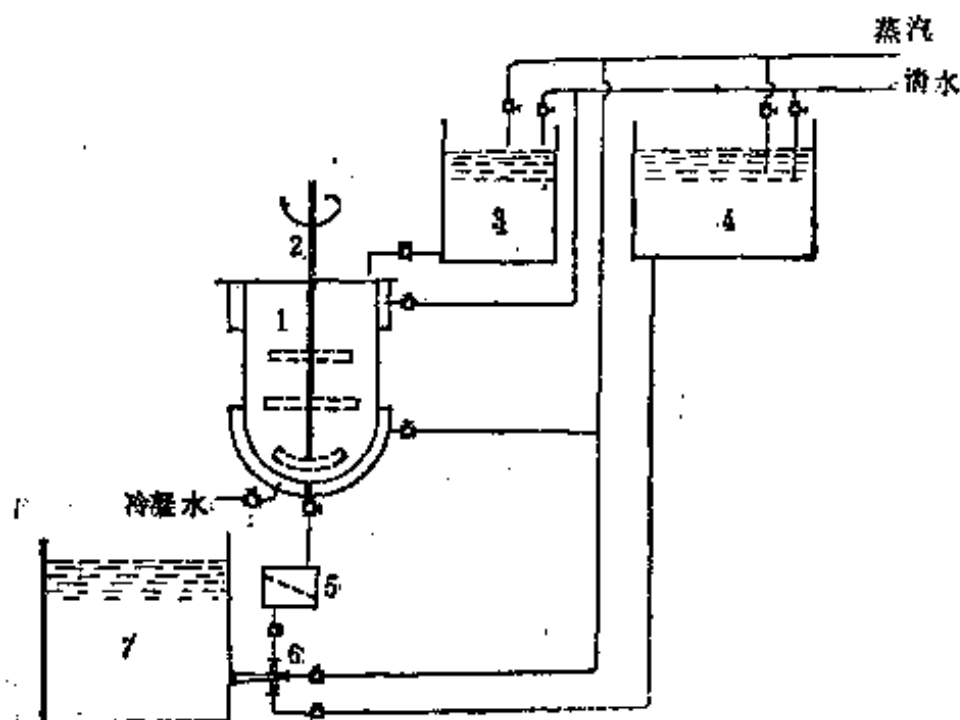


图 10-2-49 熬制石蜡松香胶的设备流程示意图

1—熬胶锅 2—搅拌器 3—热碱溶解槽 4—热水槽 5—过滤器
6—喷射乳化器 7—贮存槽

3) 操作程序：这一实例的操作程序如表 10-2-122 所示。

表 10-2-122

操作程序	操作方法
1. 加料	先向熬胶锅内注入规定数量的清水，并通汽加热至近于沸腾。将按比例要求配好的松香和石蜡小块装入熬胶锅中，通汽加热，并适当搅拌(搅拌器的转数为50r/min)
2. 烧碱的溶解	将计算用量的烧碱装入热碱溶解槽中，加水并加热至溶解
3. 加碱和熬制	将热碱液徐徐加入到熬胶锅中，搅拌通汽熬制约1h或更多，检查胶料质量直至达到熬制终点
4. 加明胶液	随后将预先溶解好的明胶加入熬胶锅中，使其与石蜡松香胶混合均匀
5. 喷射乳化和稀释	用喷射乳化器对这种胶料进行乳化，随后稀释至2%的浓度，贮存温度在30℃以下

4) 应用：

① 用这种石蜡松香胶对纸浆的施胶操作,基本上与使用白色松香胶相同。

② 这种石蜡松香胶已应用在笔记本纸、凸版印刷纸等的施胶,效果良好。

(七) 羧甲基纤维素石蜡松香胶

用白色松香胶对纸料进行施胶,夏季在有些造纸厂中发生施胶困难,即松香胶耗用量大增,有时施胶度还达不到标准,其原因是夏季水温偏高,松香胶乳液易于变质沉淀,并且微粒胶粒易于聚集。选用羧甲基纤维素石蜡松香胶可以大体防止这一问题的发生。

一种羧甲基纤维素石蜡松香胶的熬制实例:

(1) 配比

这种胶料的配比如表 10-2-123 所示。

表 10-2-123

项目	松香	石蜡	CMC	纯碱	清水
配比(%)	100	10	5	11.5~13.0	80~90

注:表中所列的石蜡、CMC、纯碱和清水的数值均为对松香的重量百分比。

表 10-2-124

操作程序	操作方法
1. 加碱	先向熬胶锅内添加约 $\frac{1}{2}$ 的清水,通汽加热至近于沸腾,再加纯碱继续通汽加热,并搅拌至完全溶解
2. 加CMC, 加石蜡	加CMC后继续搅拌,待CMC完全溶解后再加石蜡,继续搅拌直至完全溶解
3. 熬制	添加剩下的 $\frac{1}{2}$ 的清水,待沸腾后再添加已碾成核桃块大小的松香块进行皂化反应,蒸汽压力控制在 $196\sim 294\text{kPa}$ ($2\sim 3\text{kgf/cm}^2$),总时间 $4.5\sim 5\text{h}$
4. 喷射乳化和贮存	待判断出熬制终点以后,将熬好的胶料喷射乳化成松香胶乳液,再稀释到 $20\sim 30\text{g/L}$ 后贮存备用

(2) 操作程序

这种胶料是在 1m^3 夹套熬胶锅内进行熬制，搅拌器的转数为 $230\sim 240\text{r/min}$ 。熬制的操作程序如表 10-2-124所示。

(3) 应用

生产实践证明，施用羧甲基纤维素石蜡松香胶以后，胶料的用量可以减少，而纸张的施胶度稳定，不受季节水温的影响。

(八) 沥 青 胶

可由沥青和高岭土混合，配制成供施胶用的沥青乳液。

1. 沥青胶的制备

一种沥青胶的制备程序如表10-2-125所示。

表 10-2-125

制备程序	操 作 方 法
1. 沥青的熔融	将沥青置于装有搅拌器的锅内，通过间接加热，在一定时间内将锅内沥青温度提升至 $110\sim 120^\circ\text{C}$ 或稍高一些，视沥青熔点而定
2. 高岭土的处理	在另一同类型锅内倒入高岭土，加水稀释至 $40\sim 45\%$ 的浓度，通过间接加热和机械搅拌，保持高岭土悬浮液的温度在 $80\sim 90^\circ\text{C}$ 左右
3. 乳化混合	将高岭土悬浮液和沥青熔融物按规定配比，分别引进乳化混合泵。乳化混合泵是由同块转盘构成，盘间保持 10mm 左右的间隙，转盘的转数为 $3000\sim 4000\text{r/min}$ ，高岭土和沥青同时从乳化混合泵中央开孔进入到转盘间，受到转盘的高速回转作用
4. 过筛和贮存	混合液随后从乳化混合泵的底部流出，经过平板振动筛除去大块颗粒。合格的沥青乳液穿过平板振动筛流入贮存槽备用

2. 添加乳化剂

(1) 在乳化混合时可稍许通入蒸汽，借以加强搅拌作用，并可加入各种乳化剂。

(2) 可用松香酸钠作为乳化剂，即用它在高温高压下处理沥青，并不断加以高速搅拌，直至沥青获得充分分散，再使其通过

压力匀化器，制得粒度为 $1\sim 5\mu\text{m}$ 的沥青松香胶乳，直接供施胶用。

(3) 制备乳化剂时也可加用40~45%浓度的 NaOH 溶液(用量约为沥青量的4%)，或加用一定量的土耳其油和少量碳酸钙，作为辅助乳化剂。

3. 沥青胶用于施胶的优缺点

(1) 对于要求强施胶的纸很适用，而无需再添加化学助剂。

(2) 可以有效地减少生产过程中泡沫的形成。

(3) 可使浆料的脱水性能良好，从而改进了纸页的形成。

(4) 纸张的物理强度没有下降。

(5) 沥青胶的颜色很暗，在使用中受到了限制。

4. 沥青胶的性能和使用

沥青胶的性能如表10-2-126所示。

表 10-2-126

控 制 项 目	工 艺 要 求
沥青含量，重量比	57~80%
乳液pH值	9~11
乳液颗粒大小	$1\sim 5\mu\text{m}$

沥青乳液最好是与松香胶配合使用，一般是先在浆料中添加松香胶，再加硫酸铝，最后添加沥青乳液。应事先添加温水以稀释沥青乳液，再加冷水稀释至施胶所要求的程度。

沥青胶主要用于防水纸板(例如，用于制造汽车顶盖内衬等)、建筑纸板、防潮衬纸等，用量一般为5~10% (对浆重)。另外，也用于要求强施胶的包装水果或蔬菜的纸和纸板中，用量为2~5% (对浆重)。

(九) 石油树脂胶

1. 来源和性质

石油树脂是石油裂解后的副产品，也是残余物，其内含有脂肪族如烯烃、环戊烯烃或单环芳族等物质。供造纸作为施胶剂用的石油树脂，系将石油中含有5个碳原子及沸点为 $20\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的二烯烃 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ 及石油中含有沸点为 $140\sim 280^{\circ}\text{C}$ 的苯乙烯部分聚合而成。

聚合后的混合体必须具有一定的溴值以及软化点高于 35°C 才能使用。这种石油树脂的形状与天然松香相似，其颜色有浅色至深色等多种。

2. 制备

由于石油树脂是由碳与氢化合而成的非极性物质，不能用碱皂化，为此不能直接熬制而制成施胶乳液。这样，必须将石油树脂与马来酐、松香、硬脂酸、塔罗油等物质共熔混合而导入羟基，再加入氢氧化钠进行皂化，随后分散于水中就可作成施胶乳液。以上是阴离子型的，另外也可制成阳离子型的石油树脂胶。

3. 制备实例

(1) 制备阴离子型石油树脂胶的实例

① 取80g淡黄色石油树脂（软化点 65°C ，阳离子型），加入4g马来酸酐在 200°C 下反应8h；

② 随后加入20g松香，加热至 200°C 1h；

③ 冷至 100°C ，将此熔融物加到热碱液中（28g水含有7.1g KOH）；

④ 再加60g热水稀释成50%石油树脂乳白液备用。

(2) 制备高效的阳离子型的石油树脂胶的实例

① 将高价的不饱和石油树脂100份，在 180°C 下与溶解的25份马来酸酐加热5h；

② 随后加入12份N，N-二甲基胺丙胺，反应3h后除去水；

③ 取制得的产品 30 份加醋酸 3 份，加热至80~85℃；

④ 再加入 50℃的 5 份氯甲基氧丙烷进行反应 1h，即得产品；

⑤ 再加水进行稀释，就得到石油树脂胶乳备用。

4. 石油树脂胶的应用和优缺点

石油树脂胶目前成本仍较高，在造纸工业中作为施胶剂应用得尚不普及，但随着石油工业的发展，这种胶料用于纸张的施胶是有发展前途的。

使用石油树脂胶的优缺点为：

(1) 施胶效果比松香胶高，特别是用于磨木浆或对于重施胶，效果更为显著。

(2) 添加在纸料中，甚至是用量较大的情况下，也没有泡沫障碍。

(3) 与使用松香胶相比，硫酸铝的用量低。

(4) 施胶时无需严格掌握 pH 值。

(5) 高温干燥时效果良好，即经石油树脂胶施胶的纸张在较高温度下干燥对施胶的效果更好。

(十) 合成胶料（中性施胶剂）

1. 概述

合成胶料几乎都能与纤维素直接构成化学键结合，能抗酸抗碱，施胶效果良好。使用中性施胶剂合成胶料时，施胶适用的pH值为7~8，因此，施胶时可加用少量硫酸铝，也可不用硫酸铝，视中性施胶剂的性质而定。

合成胶料适用于一些要求具有某些特殊憎液性能的纸种（例如抗油纸板），也适用于一些要求具有良好耐久性能的纸种（例如档案文件、钞票纸、地图纸等），此外，也适用于一般的如涂布纸原纸和胶版印刷纸的内部施胶。

近年来，中性施胶和中性抄纸在一些国家中有一定的发展，

但由于合成胶料的成本较高，为此目前合成胶料仍不及松香胶应用得普及。

作为中性施胶的合成胶料的优点如表10-2-127所示。

表 10-2-127

优 点	说 明
合成胶料与纤维之间存在化学键，增加纤维的结合力	可改善纸张强度，减少增强剂用量，可多配用强度较低而价廉的纤维，可以少打浆，减少打浆动力消耗，节约能源，纸机干部断头少
改善滤水性能	改善了浆料的滤水性能，使在纸机高抄速下易于干燥，抄造过程纤维流失少
抄纸干燥过程纸张强度及白度损失小	由于在中性介质中施胶，与在酸性介质中施胶相比，抄纸干燥过程纸张强度及白度损失都小，成纸老化过程中的强度及白度损失也较小
减少设备腐蚀	纸机设备和附件腐蚀较轻，寿命延长
减少环境污染	排水pH值较高，减少了水流污染
可使用廉价的填料	可以使用廉价的碳酸钙填料

合成胶料的缺点是成本较高。另外在改变胶料时必须对浆槽、管道等彻底清洗干净，此外对烷基烯酮二聚体来说，在纸卷从纸机上卸下时不能立即测定出纸张的施胶度，即其施胶作用在纸页干燥后尚未完成，卷取后仍在进行。

对纸浆进行中性施胶的一些合成胶料如表10-2-128所示。

表 10-2-128

名 称	分 子 式
烷基烯酮二聚体简称AKO	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{C}=\text{C}-\text{O} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \end{array} $
烯基琥珀酐简称ASA	$ \begin{array}{c} \text{R}_1\text{CH}=\text{CR}_2-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{array} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{array} \end{array} $

续表

名 称	分 子 式
硬脂酸酐	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_3$
碳氮化合物	为阴离子型直链碳氮化合物
硬脂酸和氯化铬的共聚物	
异氰酸盐	$\text{R}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$
甲氮酰氧化物	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{Cl} \end{array} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array}$
胺基酰胺	$\begin{array}{c} \\ -\text{N}-\text{R}_2-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{R} \\ \end{array}$
异丙烯硬脂酸酯	$\begin{array}{c} \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

其中用于内部施胶的主要是烷基烯酮二聚体、烯基琥珀酐和碳氮化合物。

2. 烷基烯酮二聚体 (Alkyl ketene dimers)

简称AKD, 国外商品名称Aquapel。

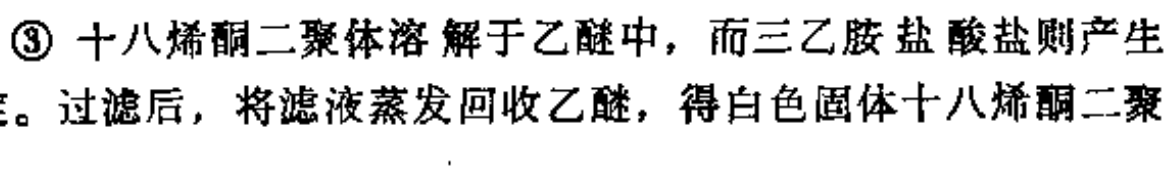
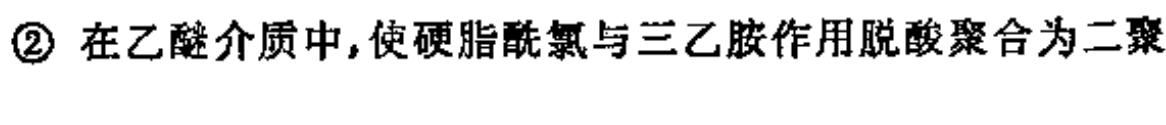
(1) 烷基烯酮二聚体的制备

烷基烯酮二聚体具有下列结构式:

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{R}-\text{C}=\text{C}-\text{O} \\ | \quad | \\ \text{R}=\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$

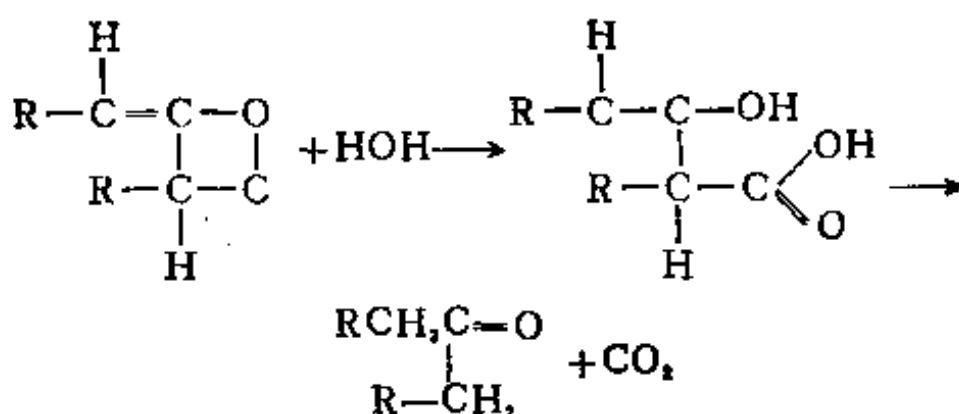
式中R代表烷基, 如 $\text{C}_{14}\text{H}_{29}-$, $\text{C}_{16}\text{H}_{33}-$ 等。变更不同的烷基, 可以生产出一系列的烷基烯酮二聚体。但适用于抄纸作施胶剂的是十四烷和十六烷, 例如: 通常用桐酸作原料, 制得十六烯酮二聚体 (十四烷基), 用硬脂酸作原料, 则是十八烯酮二聚体

① 使硬脂酸与三氯化磷作用生成硬脂酰氯:



(2) 性质

② 在剧烈的水解条件下生成酮:



404

效应。

(3) 烷基烯酮二聚体的乳化

由于烷基烯酮二聚体不溶于水，故需加以乳化，常用乳化剂为阳离子型淀粉。乳化后保存时间、温度与水解的关系如图10-2-50所示。由图可见，温度越高，时间越长，水解越严重。

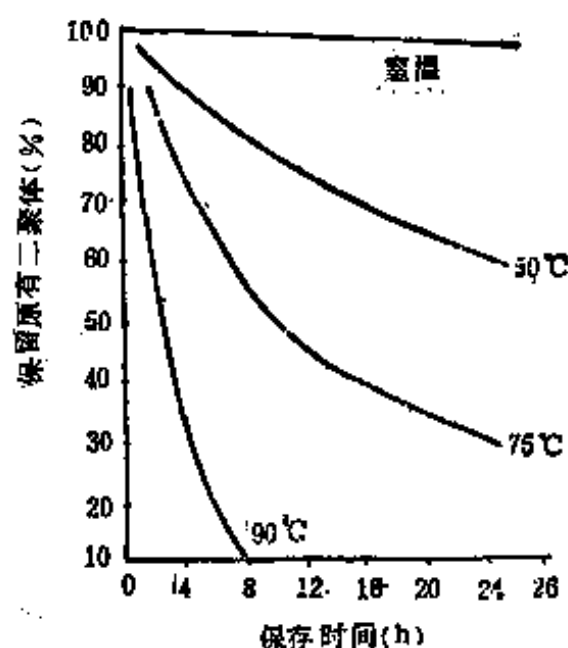


图 10-2-50 乳化后保存时间、温度与水解的关系

(4) 烷基烯酮二聚体的使用条件

① 烷基烯酮二聚体适用的pH值为8.2。

② 中性施胶应在上网前进行。烷基烯酮二聚体加入地点应选在离心除渣器之后，加到浆料中而不是加到白水中，以免烷基烯酮二聚体消耗到填料上。

③ 烷基烯酮二聚体有35%由于水解而损失。为了降低水解损失，和松香胶施胶正相反，第一个烘缸就应提高温度。

④ 烷基烯酮二聚体的施胶作用在纸页干燥后尚未完成，卷起后仍在进行，在24h内仅有80%的效率，这说明在纸卷存放和整理过程中，烷基烯酮二聚体与纤维素仍在不断地起着反应。这样，可以在烷基烯酮二聚体中添加固化剂双氰胺和甲醛加快成熟，使之纸卷从纸机上卸下就知其施胶度是否合格。

(5) 影响烷基烯酮二聚体施胶效果的因素

① pH值的影响：提高pH值，烷基烯酮二聚体反应速度加快，但 $\text{pH} > 10$ 也不适合，适用的pH值为8.2。此外，纸页在低pH值条件下干燥，由于纤维表面失去活性，使烷基烯酮二聚体

施胶困难。

② 温度的影响:

温度高,则施胶效果快,施胶度高,如图10-2-51所示。

③ 硫酸铝的影响:

硫酸铝对烷基烯酮二聚体的施胶有破坏作用,应在加烷基烯酮二聚体前先调好pH值。

④ 湿纸水分的影响:

湿纸水分对烷基烯酮二聚体的影响如表10-2-129所示。

表 10-2-129

湿纸水分(%)	2.0	7.7	20.0	47.8	62.5	66.7
施胶度(s)	33.5	32.0	29.3	9.0	6.5	7.0

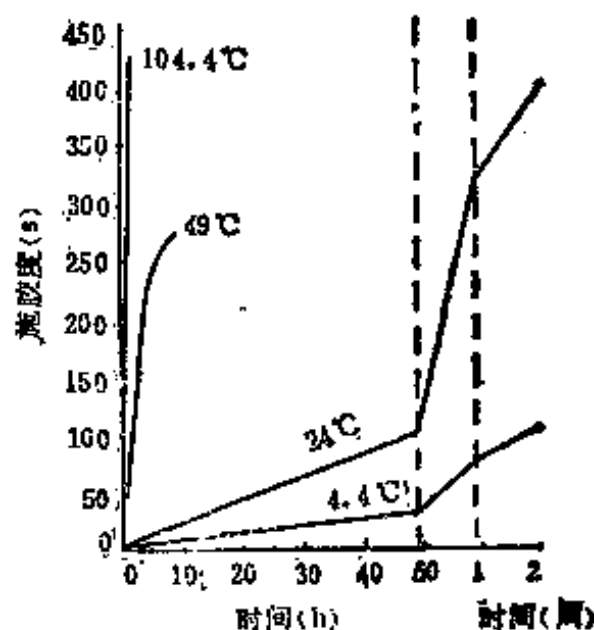


图 10-2-51 温度对烷基烯酮二聚体施胶效果的影响

注: 施胶度是用药液渗透法测得的

⑤ 不同浆种的影响: 不同纸浆用烷基烯酮二聚体施胶有不同的反应, 硫酸盐浆优于亚硫酸盐浆, 未漂浆优于漂白浆, 而磨木浆由于表面活力比化学浆低, 则需要较多的胶料。

(6) 烷基烯酮二聚体的使用:

① 胶料用量: 理论上的用量为 0.005~0.025%, 但由于胶料的不均匀分布、不完全留着和副反应损失等, 实际上的用量为 0.025~0.3%。对未漂硫酸盐浆需 0.03%; 由于漂白硫酸盐浆难施胶, 需 0.1~0.3%。

② 有的研究者认为, 烷基烯酮二聚体适用于制备保存期不少于 300h 的耐久的纸种。

③ 烷基烯酮二聚体不赋予纸张湿强度,因此用烷基烯酮二聚体施胶的损纸可以重新再打浆,其难易程度是与用松香胶重施胶的损纸相似。

3. 烷基烯酮二聚体变性纤维 (AMF)

AMF 是一种新型的以烷基烯酮二聚体加工处理纤维的内部施胶剂。根据研究认为,使用这种变性纤维素加在纸浆中比单独使用烷基烯酮二聚体更为有效。

(1) 特点

- ① 简化操作,提高生产的灵活性;
- ② 避免烷基烯酮二聚体在成形网及纸机部件上的沉积;
- ③ 可更有效地使用烷基烯酮二聚体,不用其他助留剂;更好地利用损纸,从而降低成本;
- ④ 由于避免了烷基烯酮二聚体胶液在制备中及贮存中的变动,从而提高了纸张的均匀性。

(2) 制备

- ① 变性纤维可在浆厂自制,也可制成商品。
- ③ 第一步是将纸浆纤维用烷基烯酮二聚体(对纤维重4%)乳浊液饱和以进行变性。

③ 制备过程的第二步是将这种饱和了的纤维进行干燥,可采用闪急干燥法。

(3) 使用

① 把AMF直接掺入纸浆中就可取得施胶效应。在纸页刚成形时的施胶效果不显著,而随着加热干燥提高了温度,则可得到良好的施胶效果。

③ 纸浆纤维用烷基烯酮二聚体(对纤维重4%)处理制得AMF,根据一些成品纸的施胶需要,使用这种AMF的量一般为5%。这样,在成品纸中仅存有0.2%的烷基烯酮二聚体就达到了施胶的目的。

② AMF已用于牛奶瓶纸板和其他纸种中。用AMF与在湿

部用烷基烯酮二聚体对牛奶瓶纸板进行施胶的比较如表10-2-130所示。

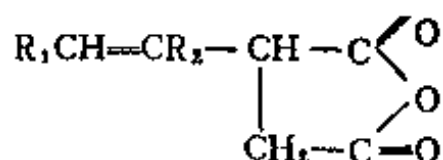
表 10-2-130

	定量(g/m ²)	厚度(mm)	小区域法*测得的施胶度(20%乳胶, min)
湿部添加烷基烯酮二聚体	176	0.48	713
	180	0.55	777
5%AMF变性纤维	175	0.51	1588
	175	0.51	1588

注：小区域法见施胶度测定一节。

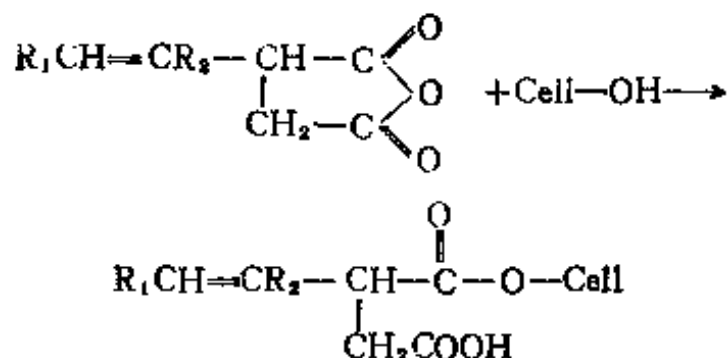
4. 烯基琥珀酐(Alkenyl Succinic Anhydride, 简称ASA)。

烯基琥珀酐的分子式为：



其中R₁R₂=C₈~C₁₀，一般为C₈。

烯基琥珀酐与纤维表面上的羟基作用如下式所示：



烯基琥珀酐可用作内部施胶剂，其特点是：

- (1) 可在碱性条件下，特别是对书写纸和印刷纸进行施胶。
- (2) 烯基琥珀酐应使用阳离子淀粉作为乳化剂而制成乳液，再添加至浆料中。
- (3) 阳离子淀粉和烯基琥珀酐的比值可为2.0。
- (4) 阳离子淀粉的作用除用作为乳化剂以外，还起到增干强

剂、助留剂的作用。

(5) 烯基琥珀酐的用量可为约0.12% (对浆量)。

(6) 烯基琥珀酐的施胶作用在纸页干燥卷取后已完成90%。

一种制备烯基琥珀酐乳液的流程示意图如图 10-2-52 所示。

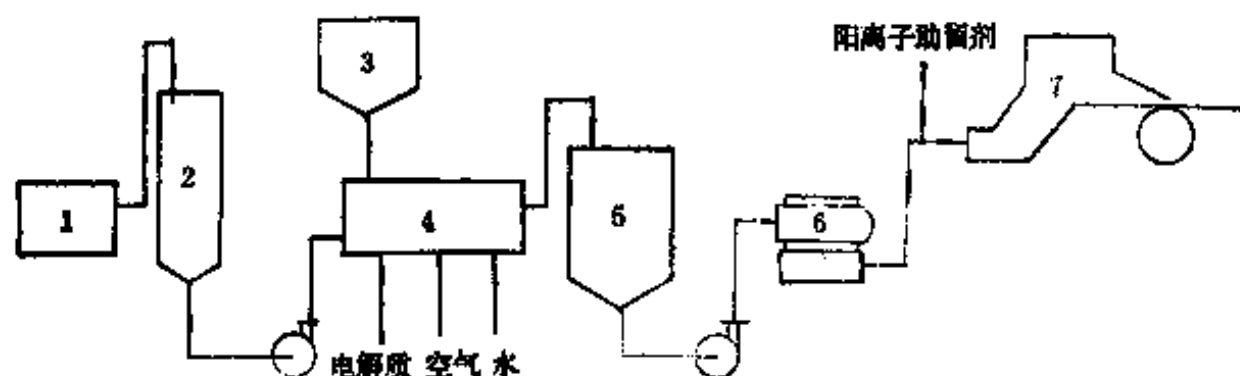
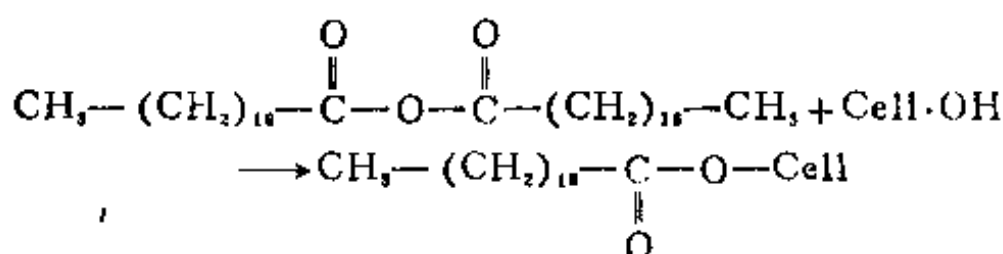


图 10-2-52 制备烯基琥珀酐乳液的流程示意图

- 1—喷射熬制器 2—熬制成的阳离子淀粉贮存槽固体物含量5.5%
3—ASA贮存槽 4—乳化器 5—ASA乳液贮存槽(固体物含量1.6%
6—离心筛 7—网前箱

5. 硬脂酸酐 (Stearic Anhydride)

硬脂酸酐与纤维素表面上的羟基起作用如下式所示：



6. 有机硅胶料

有机硅化物有硅酮等，它有着有机物质和合成树脂的性质，对热和化学药品稳定，并且具有高度的憎水性。

运用有机硅化物使纸张具有憎水性的方法计有下列两种：

(1) 气相施胶

将成纸送入处理室中用三氯硅烷蒸汽处理，于是纤维与它产生作用，结果施胶之后尚有 HCl 生成，随后应再送入第二室以 NH_3 加以中和。

气相施胶反应极为迅速，作用时间只需0.2s。但气相施胶的缺点之一是反应生成的HCl和 Na_4Cl 均有腐蚀性，同时三氯硅烷的蒸汽和反应产物对人体也都是有害的，因此要求有密闭的处理室，作到这一点在设备上是很复杂的。

(2) 液相施胶

这种方法是将有机硅化物先制成乳液，再加入纸料中直接施胶。

乳液的制备方法是：先将有机硅化物溶于有机溶剂，如甲苯、二甲苯等，或用适当的乳化剂乳化，再经胶体磨磨成稳定的乳剂，加水稀释成乳液使用。

有机硅胶料，不论气相施胶或液相施胶均由于成本较高或设备复杂，而未在工业上获得大规模应用。

7. 碳氟化合物胶料

碳氟化合物胶料也是一种合成胶料，它为阴离子型直链碳氟有机化合物，主要用于要求具有抗油性能的纸种。

碳氟化合物胶料是具有相当长碳氟化合物末端基的化学结构，这一末端基可以直接结合到极性基上，即接合到纸浆的羟基

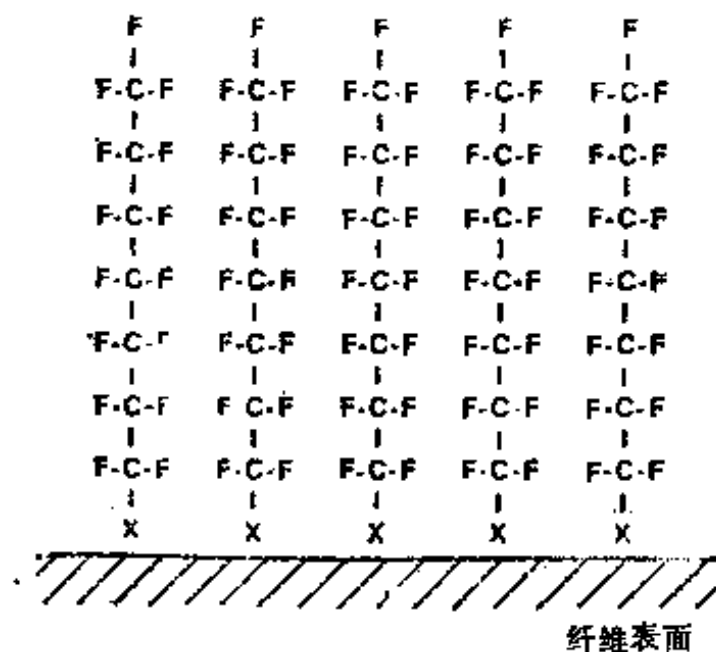


图 10-2-53 碳氟化合物定向在纤维表面上，其中“X”表示一个极性基

上。图 10-2-53 示出碳氟化合物定向在纤维表面上的示意图。

造纸厂使用的碳氟化合物胶料经常是以浓缩溶液购进的，可以用水稀释至任何浓度，再加入至纸浆中。

用碳氟化合物作为施胶剂，必须在纸料上网至少 10min 以前加入，以保持良好的混合。碳氟化合物的施胶量一般为 0.2~0.5%。施胶时必须加用阳离子型助留剂，用量约为 0.2~1.0%。施胶 pH 值应小于 7，这主要决定于助留剂的性质。pH 值的调节不能加硫酸铝，而可加醋酸进行调节。

(十一) 国外一些商品名称的松香胶

1. Bewoid 胶

是高游离松香胶的一种，它通常含有 90% 游离松香，这些游离松香是分散在少量的松香皂中，并加入一定量的干酪素或其他蛋白质作为稳定剂的。

一种 Bewoid 胶的制备方法是：

(1) 松香先在带有高速搅拌的熬胶锅内加热破碎成微小的颗粒。

(2) 然后用少量氢氧化钠（每 100 份松香用 1.6 份）加到溶化了的松香中以皂化部分的松香。

(3) 将溶解的干酪素在剧烈搅拌下加到溶化了的松香中，以稳定分散了的松香颗粒。

表 10-2-131

项 目	%
游离松香	92.96
松香酸钠中松香	7.55
干酪素	2.00
干酪素中结合的钠	0.04

(4) 再添加少量的氢氧化钠 (0.2份)。

(5) 最后添加清水, 制成一种含有大约 45 % 固体物的分散液。

一种Bewoid胶的组成如表10-2-131所示。

2. Mon 胶

是美国 Monsanto 化学公司生产的一种高游离强化松香胶, 其颗粒极细。Mon胶是由强化松香添加干酪素等保护胶体通过高压均化器而制成。Mon 胶的颗粒大小一般在 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 之间, 用于内部施胶的施胶效果良好。

3. Pro 胶

是一种大豆蛋白高游离松香胶。Pro 胶的生产通常是从含有12~20%游离松香的半固体松香胶开始, 然后用酸性物把松香胶转化为游离松香含量更高的胶。

一种Pro 胶的制备方法是, 将干的大豆蛋白质加入至含有12~20%游离松香的松香胶中, 随后加入硼酸。由于蛋白质的酸性, 可使松香酸钠强制水解, 移去松香酸钠中的碱而分解为游离松香。硼酸的作用是完成由于蛋白质所开始的水解作用。蛋白质的作用不仅可使松香酸钠水解, 并可阻止游离松香颗粒的增大, 而且与此同时在松香颗粒上产生表面薄膜以稳定所产生的胶液。

4. Bennett 胶

又称 Bennett 石蜡松香胶 (商业名称)。Bennett的方法开始是设计用来生产石蜡松香胶的, 但随后也用于生产高或低的游离松香含量的松香胶。

一种生产 Bennett 胶的方法的主要设备是斜管式带高速搅拌的Bennett 分散器。松香的皂化和乳化是在这一设备的同一过程中完成。

一种Bennett胶的生产流程如图10-2-54所示。

(1) 松香首先在熔融槽内加热至熔点使之熔融, 随后泵至分散器的顶部。

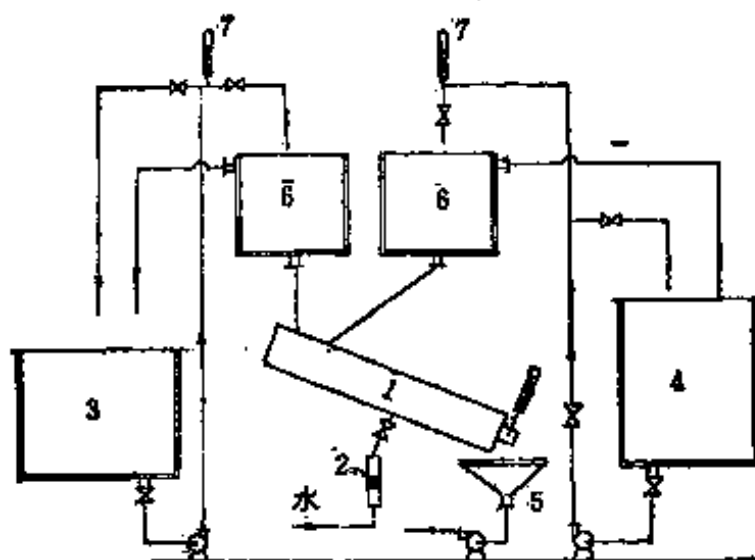


图 10-2-54 Bennett胶生产流程示意图

1—分散器 2—计量器 3—熔融槽 4—碱液槽 5—成品承受器
6—高位槽 7—温度计

(2) 碱液槽内的氢氧化钠溶液也同时泵至分散器的顶部与熔融的松香混合。

(3) 混合后的液体在高速搅拌作用下，缓慢向下流动完成了皂化作用。

(4) 稀释水通过控制阀在分散器的中下部注入，在其中完成了乳作作用。

(5) 流入成品承受器内的液体即为部分皂化的 Bennett 胶乳液。

在生产过程中，混合液通过 Bennett 分散器的时间为 6~9 min。生产控制是用秒表和计量器来测定流速，用温度计来测量出入口的温度，并经常测定成品的酸碱度。

5. Mer 胶

是美国 Monsanto 化学公司生产的一种强化松香胶。Mer 胶通常是以粘稠状形式出售的，它是用马来酞或富马酸强化普通松香而制成的胶料。Mer 胶与松香胶配合使用要比普通松香胶的施胶效果良好，这是由于 Mer 胶的沉淀颗粒细小，而对纤维有较大的覆盖面积，另外因为它具有三个羧基，从而用于浆内施胶可以

增加结合点，提高了施胶效率。

6. Mashburn 胶

也是一种高游离松香胶。Mashburn 胶的熬制特点是不使用碱，所以在施胶过程中可以节约硫酸铝用量，但熬制所用的原料的成本较高。

一种 Mashburn 胶的熬制方法是，把 800 份松香在 100℃ 的条件下与 40 份的 75% 碘化的蓖麻油、192 份的 16.7% 干酪素 (pH 值 6.7)、400 份水进行混合熬制而制得。

7. Gillet 胶

也是一种商品胶，Gillet 胶的特点是把松香的皂化分为两个阶段，第一段是用碳酸钠和碳酸氢钠以 2:3 的比例进行皂化，由于用量较少，仅能皂化一部分松香。第二段再用氨水皂化剩下的一部份松香。在生产中控制皂化剂的用量就能保证得到任何游离松香含量的松香胶。

第二段生成的松香酸铵也可作为游离松香的分散剂和保护剂，它能提高胶料的分散度，使胶料稳定。

8. Peckslim 胶

Peckslim 胶是芬兰的一种商品胶，它是一种呈膏状含有 70% 固体物的液体松香胶。

(十二) 商品液体松香胶和干松香胶

在国外，为了简便起见，有些造纸厂没有制胶工段，而用作于纸张的浆内施胶剂，是外购的商品液体松香胶或干松香胶。

1. 商品液体松香胶

(1) 性质和运输

商品液体松香胶呈膏状，易于运输、销售和使用。出售给造纸厂的液体松香胶一般含有 70~80% 固体物。在一些情况下也加入少量乙醇、乙二醇或其他醇。在寒冷地区，为了防止冬季运输以及胶桶长时间存放在寒冷中，胶膏冻结，最好在胶膏中加进一

定量的甘油。液体松香胶在室温下呈半液体状，温度越高，流动性越好。

液体松香胶是用铁路槽车和汽车槽车以及净容积为 240L 的桶装进行运输，在卸车时应先通汽加热使其粘度降低，随后再用压缩空气、泵或重力流动等方法卸车。

(2) 制备

商品液体松香胶的制备有两种方法：

① 第一种方法是，将约 150℃ 熔化的松香与适量的苛性钠或碳酸钠溶液相混合，当反应混合物冷却至水的沸点时，胶料变粘并放出气体（如使用碳酸钠放出二氧化碳）引起强烈泡沫。使用苛性钠，皂化作用的反应进行得很迅速，而如使用碳酸钠，则反应是缓慢的，必须沸腾除去二氧化碳才完成皂化作用。

在熬制完成后，对一批成品液体松香胶进行取样分析，随后再调节至所要求的酸值和固体物含量。

② 第二种方法是，松香与一定量的碳酸钾或碳酸钠溶液一起加热皂化，温度约 82~100℃，碳酸钾或钠的用量为松香量的 9~16%，作用时间 6h 就完成了皂化作用。

(3) 稀释

为了得到稳定的松香胶乳液，液体松香胶的稀释可分两个阶段进行：

① 液体松香胶在 71~82℃ 的温度下与同样温度的水相混合，以得到一种热的含有 12~16% 固体物的松香乳液。

② 这种热的松香乳液在良好搅拌下用冷水进行稀释，从而得到含有 2~5% 固体物的稀释松香乳液备用。

一种溶解液体松香胶的流程如图 10-2-55 所示。液体松香胶首先倒入溶解槽中用搅拌器进行溶解，温水的温度约为 60℃。溶解后的松香胶乳液流入盛有冷水的稀释槽内，在稀释槽内装有搅拌器以使乳化混合均匀，或者不装稀释器，而关闭阀门 9，打开阀门 8，开动泵使乳液循环，以达到混合均匀的目的。稀释好了

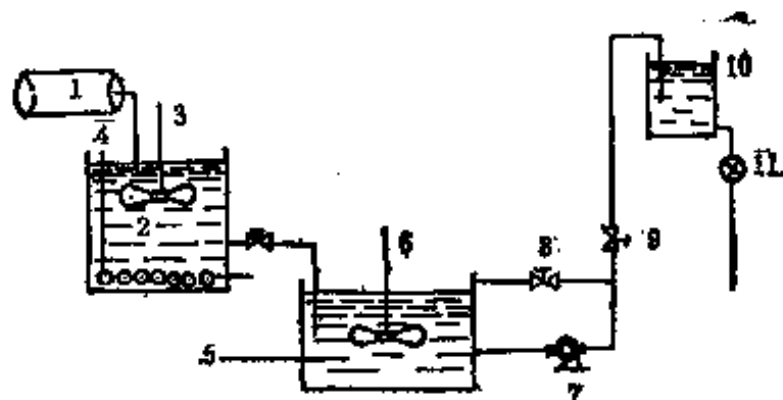


图 10-2-55 溶解液体松香胶的流程示意图

1—液体松香胶 2—溶解槽 3—搅拌器 4—蒸汽管 5—稀释槽
6—搅拌器 7—泵 8、9—阀门 10—贮存槽 11—调节阀

的乳液随后送往贮存槽备用。

(4) 使用

液体松香胶经稀释后制成的稀松香乳液可以用作为浆内施胶剂，直接添加到纸料中，随后添加硫酸铝。

2. 干松香胶

自 70 年代初期开始，在国外作为浆内施胶剂也有采用干松香胶的。

干松香胶主要是由液体松香胶制成，也可含有 10% 的石蜡。

干松香胶的制备是把几乎完全皂化的高固体物含量的松香胶用喷雾或干燥圆筒的方法干燥成粉末状，随后可作为商品的干松香胶出售给其他造纸厂。

由于干松香胶具有吸湿性，因此如用多层纸袋纸来包装运输，纸袋内应衬有防潮的塑料薄膜。干松香胶易溶于水，添加至纸料中的方法有三种：

(1) 直接加到纸料中。

(2) 溶解稀释成松香乳液再加入纸料中，一种溶解的方法是，先把干松香胶装入带有筛孔的桶内，将此桶悬挂在一个溶解槽中，再向桶内注入温水以溶出松香胶备用。

(3) 直接连续添加的方法是，向流动的温水流中定量地添加干松香胶，随即直接流入纸料中，水的温度应为 40~54℃。

九、施胶度的测定方法

由于施胶度的测定方法应与纸和纸板使用要求相符合，为此在国际上已研究出几十种施胶度的测定方法，以满足各种纸和纸板施胶度测定的需要，例如，书写用纸应采用墨水划线法，包装用纸和纸板适于采用液体渗透法或表面吸收重量法等等。

(一) 施胶度测定的试验条件

纸和纸板施胶度的测定结果受到试验条件如温度和湿度的影响，因此用各种方法进行试验均要求按标准规定取样，经标准的温湿度条件处理后再在该标准条件下进行测定。国际标准化组织(ISO)以及我国和其他一些国家的标准均对温湿度的条件有所规定，各国的标准温湿度如表10-2-132所示。

表 10-2-132

	温度(℃)	湿度(%RH)	标 准 号
国际标准化组织	20±1 27±1 23±1	65±2 65±2 50±2	ISO/187-77
中 国	20±2	65±2	GB450-79
日 本	20±2	65±2	JisP8111-68
北 欧	23±1	50±2	Scar-P2:75
德 国	20±1	65±2	Din53111-1954
英 国	20±2	65±2	B·S 3431:1961
苏 联	20 ⁺³ ₋₂	65±2	Гост 7497-55
美 国	23±1	50±2	TappiT402·DS-70
澳大利亚	20±1.7	65±2	Appita p415m-57

(二) 测定方法和分类

纸和纸板施胶度的测定方法和分类如表10-2-133所示。

表 10-2-133

渗透检验			吸收检验	表面检验
目测法	导电法	光电法		
药液渗透法 干指示剂法 荧光法 墨水漂浮法 小区域施胶度测定法 卷曲法 水浮游法	电导法(K、B、B施胶度测定) 瓦特施胶度测定法 柯利尔施胶度测定法 酸渗透法	荧光法 光电液浸透法	表面吸收重量法(格伯cobb法) 浸渍法 湿纸裂断法	墨水划线法 接触角法 拒水性测定

(三) 各种测定方法的仪器和操作

目前，虽然纸张的施胶度的测试方法很多，但在国际上趋于标准化并被广泛采用的方法并不算多。现将一些方法分别介绍如下：

1. 墨水划线法

这一方法在国际上早已被一些国家订为国家标准检验方法。在我国也早在50年代就已标准化，并成为我国造纸工业最广泛应用的施胶度的测定方法（详见GB460-79）。该法适用一般书写、印刷纸类。

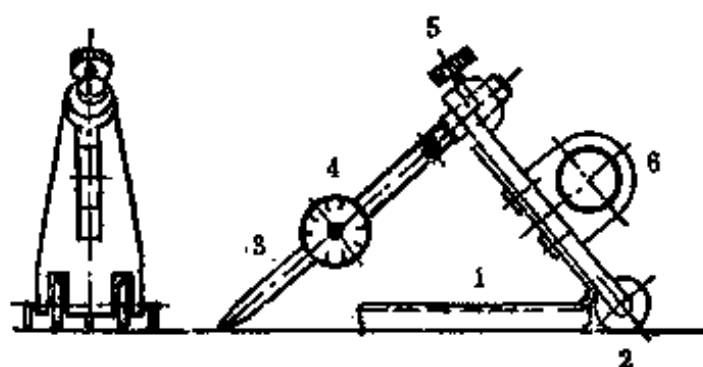


图 10-2-56 划线器

1—底盘 2—滚动轮 3—鸭嘴笔尖 4—调节螺丝 5—固定螺丝 6—手拉孔

用标准墨水在试样上划线，观察风干后的墨水线条既不渗透又不扩散时，所划线条的最大宽度即为施胶度，以 mm 表示。线条宽度越大，表明施胶度越高。墨水划线法采用如图10—2-56所示的划线器（或鸭嘴笔）和标准墨水进行测定。

2. 表面吸收重量法（柯伯Cobb法）

此方法为试样的一面与水或液体接触，称量经过恒温恒湿处理的试样在一定时间内吸水（液体）前后的重量。在吸水后称量之前，将试样夹于一定定量的滤纸之间，用一定尺寸及重量的金属铜辊滚压，以使滤纸吸去多余的水。其纸样增加的重量即为试样的表面吸收重量，以 g/m^2 表示。

该方法可判断试样的抗水性能，也有时以其结果表示施胶度。如纸袋纸、白纸板、牛皮卡纸等即用此方法测定其施胶度。当纸表面与水接触时，由被纸吸收的水量，可以比较液体向各种纸或纸板渗透的相对速率，它可指示出表面或内施胶的程度。

（1）使用仪器及器材

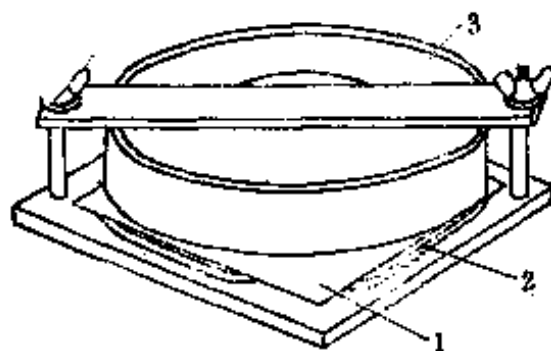


图 10-2-57 表面吸水重量测定仪

1—试样 2—胶垫 3—圆筒

① 使用仪器如图 10-2-57所示，最简单的

形式是由一个内径为 $112.8 \pm 0.1 \text{ mm}$ （面积为 100 cm^2 ）、高为 5 cm 的金属圆筒和一个与其能固定在一起并衬有胶垫的底板组成。

② 另有一金属铜辊宽 200 mm ，重量为 $10 \pm 0.5 \text{ kg}$ ，表面应平滑。

③ 计时器：秒表或电计时器，单位为 s 。

④ 分析天平：误差不超过 0.5 mg 。

⑤ 滤纸：定量为 $200 \sim 250 \text{ g}/\text{m}^2$ 。

(2) 操作和计算

① 把试样切成 $125 \times 125 \text{ mm}$ ，恒温恒湿处理后预先称重精确至 0.001 g ，放入垫有胶垫的圆筒框架内并压紧，然后注入温度为 $20 \pm 1^\circ \text{C}$ 的纯净的水约 100 ml ，立即开动秒表。

② 在预定吸收时间结束之前 $10 \sim 15 \text{ s}$ 把水倒出，或按照试样的吸收性能根据表10-2-134选择吸收时间。

表 10-2-134

选择吸收时间, (s)	标记	除去剩余水的时间, (s)	完成吸水的时间, (s)
30	C_{30}	20	30
60	C_{60}	45	60
120	C_{120}	105	120
300	C_{300}	285	300

③ 在倒出水以后小心取出试样，放试样被浸湿的一面在一张滤纸上，要放平。

④ 在恰好到达预定吸收时间（选择吸收时间）的瞬间时，盖上另一张滤纸，用铜辊在试样上来回压一次，不要另外任何压力，取出试样立即称量，准确到 0.01 g 。

⑤ 表面吸收重量按下式计算：

$$X = 100(a - b)$$

式中 a ——吸水后试样重量 (g)

b ——吸水前试样重量 (g)

X ——试样的表面吸收重量 (Cobb值), g/m^2

分别计算试样的正反面的平均值，测试结果的再现性在10%以内。小于 100 g/m^2 可取一位小数，大于 100 g/m^2 可取整数。

⑥ 一般纸或纸板正常选用吸收时间为 60 s ，假使吸收太快时，则用 30 s ，如不易吸收时，可选用 120 s 或 300 s 。

3. 药液渗透法

这一方法在我国也称抗水度测定法，在国际上称为斯德凯特 (Stöckigt) 法。

在试样的两面放置不同的化学药剂，两种化学药剂穿过试样互相接触而起化学反应，显示出颜色，该时间即表示试样的施胶度，常用药剂为三氯化铁 (FeCl_3) 及硫氰化铵 (NH_4SCN)。

(1) 应用试剂

① 1% 三氯化铁溶液：溶解1.0g化学纯三氯化铁于水中，稀释至 100ml。

② 2% 硫氰化铵溶液：溶解2.0g化学纯硫氰化铵于水中，稀释至100ml。

(2) 测定方法

将30×30mm 的试样四边折起作成一个小盘 (图10-2-58)，然后将小盘放置在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 的硫氰化铵溶液的液面上，同时用滴管滴一滴三氯化铁溶液于小盘上，滴上时立即用秒表记时间。至三氯化铁溶

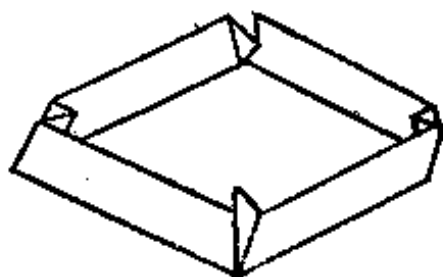


图 10-2-58 试验纸张折叠示意图

液中刚出现三个红点时停止秒表，记取时间，以秒数表示施胶度。试样的正反面各测 5 个试样，取其平均值。

(3) 注意事项

① 药品的浓度要准确，如浓度高于规定的浓度时，测定值要低些，即接触时间要短些。

② 测试时如温度高时，测定值要低些，所以测试时要尽可能接近标准温度。如表 10-2-135 所示，测试温度 19°C 与 20°C 相差 2°C ，施胶度相差约 7s。

③ 测试的终点显出红色不易辨别，需要仔细观察。这样，测试的结果误差就较大，测试者之间也有差别，是这一方法的缺

表 10-2-135

试样	施胶度(19~21℃)差	施胶度(20℃)	温度2℃的相对误差(%)
A	6.2	88.5	7.0
B	4.3	63.0	6.8
C	1.8	27.0	6.7
D	1.4	18.0	7.8

点。一般包装纸、晒图原纸采用这种方法，表示纸张的抗水性能。

国外采用上述方法时有使用硫氰化钾代替硫氰化铵的，药品浓度不同，硫氰化钾为10%溶液，三氯化铁为2.8%溶液。测试方法同上法，两者比较，硫氰化钾测定结果比硫氰化铵要高些，如表10-2-136所示。

表 10-2-136

测定温度(℃)	NH ₄ SCN施胶度(S)	KCNS 施胶度(S)
10	31.6	35.3
15	28.3	32.8
20	27.5	29.0
25	23.8	23.1
30	17.0	17.5
35	15.0	16.8
40	14.3	15.1

4. 干指示剂法

把经过研细的含有糖、淀粉和大约2%甲基紫指示剂的粉末撒在试样表面上，然后把这一试样漂浮在水面上，记录水透过试样改变指示剂颜色所需的时间即为干指示剂法的施胶度，以s表示。

(1) 使用仪器

① 漂浮装置：干指示剂法的主要仪器是一个漂浮装置(浮体)，如图 10-2-59 所示。这一装置是由一个直径约



图 10-2-59 漂浮装置的横剖面示意图

1—浮体 2—纸样 3—表面皿 4—铜丝夹

12.7cm 的薄壁铝盘构成，其底部开有一个直径约 5cm 的圆孔，铝盘表面涂以石蜡或蜂蜡以便增加其拒水性。

在开口处放上纸张试样，其上撒有指示剂，再盖上表面皿(观察玻璃)，随后用一钢丝夹将表面皿夹住在试样上罩住指示剂。对于低施胶度的纸样可不必密封。

为了防止薄的或施胶度低的试样不易正常漂浮，在盘底开口相应的位置可安装一个中间管状支架。

② 振动瓶和干燥器：保存和使用干指示剂的振动瓶和干燥器如图 10-2-60 所示。振动瓶为一容积为 10ml 的细长玻璃瓶，在瓶口处装有一个 70 目的筛网。干燥器为一个广口瓶，内装无水氯化钙，并填满一厚层玻璃棉或羊毛等，再塞上软木塞。软木塞上开有一个孔，其大小恰能插入装有干指示剂的振动瓶。

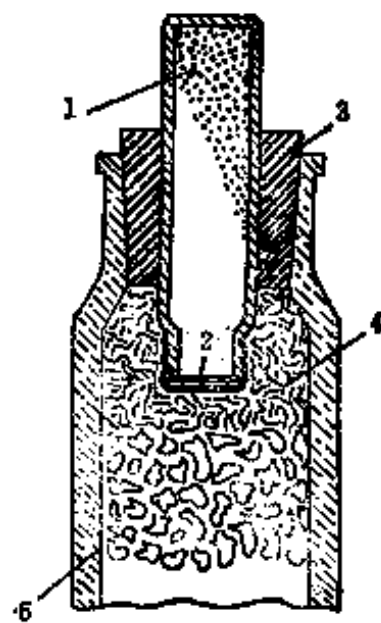


图 10-2-60 振动瓶和干燥器剖面示意图

1—指示剂粉末 2—筛网 3—软木塞 4—玻璃棉或羊毛 5—无水氯化钙

③ 约 5cm 直径的表面皿。

④ 秒表。

(2) 干指示剂的制备

干指示剂是由纯的蔗糖、淀粉和甲基紫染料组成，每一组分分别通过 100 目筛，在混合前先进行干燥。在干燥以后称重，并按以下重量比进行混合：蔗糖45，淀粉 5，甲基紫染料 1。

混合后即成干指示剂，这种干指示剂再经60目筛筛过，装入振动瓶内，随后将振动瓶插入干燥器内备用。

试验用水为一般纯净的水。

(3) 操作和计算

把试样切成 $6.35 \times 6.35\text{cm}$ ，经标准温湿度处理后，平放在漂浮装置的底口上。自干燥器取出振动瓶，并让其带筛网的一端朝着纸面，随后轻轻敲打，使干指示剂均匀撒在试样表面上，既不要过稀，也不要成堆。如过稀则不易发现颜色的改变，如过厚则会延长变色的时间。随后立即罩上玻璃表面皿，再如图 10-2-61 所示，用溶化了的蜡把纸的四边和表面皿与纸面接触的圆周密封好（低施胶度的试样可不必密封）。密闭完毕以后，将这一漂浮装置放在水面上。

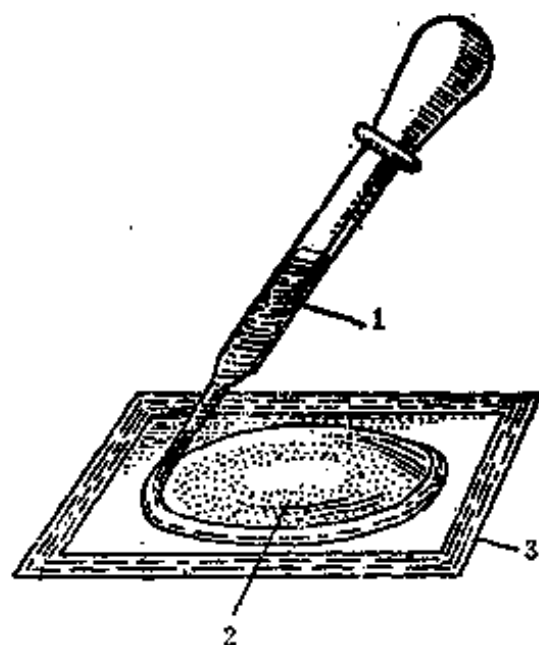


图 10-2-61 用溶化的蜡的密封情况

1—溶化的蜡 2—表面皿 3—蜡封的试样四边

当试样放置在水面时应保持一倾斜角，以便排出空气。在纸面很难润湿的情况下，可在浮水前用软毛刷把试样接触面轻轻润湿。在试验后经过检查，对纸面与水接触不良的试样，其测定结果应予排除。

在纸面开始与水接触时开动秒表，并在纸面上的干指示剂变为紫红色时停止秒表，记录下来的时间即为干指示剂施胶度，以

s 表示。

每份试样每面至少测定 5 个试样，分别以两面的平均值、最大值、最小值表示结果。

5. 荧光法

由于上述的干指示剂法受到空气中水蒸汽的影响较大，所以一些研究者提出了使用非吸湿性指示剂的荧光施胶度测定法。

该法是把在表面上撒有一定数量的染料荧光素钠 B 的试样漂浮于水面上，测定水渗透过纸页溶解这种染料达到一定浓度后，在紫外线照射下产生荧光所需的时间，即为荧光法施胶度，以秒表示。

(1) 使用仪器

① 目测终点的荧光法施胶度测定仪如图 10-2-62 所示。

② 用光电池测定荧光强度的荧光法施胶度测定仪如图 10-2-63 所示。

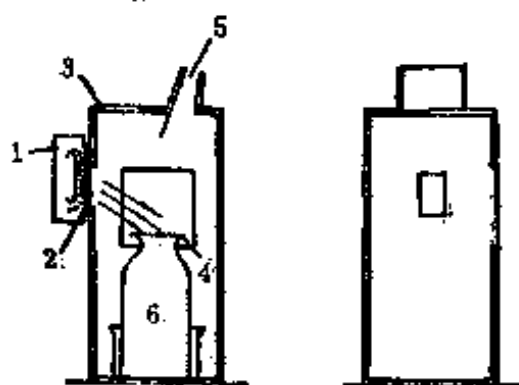


图 10-2-62 目测终点的
荧光法施胶度测定仪

1—水银灯 2—紫外线滤光片
3—罩子 4—试样 5—观测
孔 6—充水室

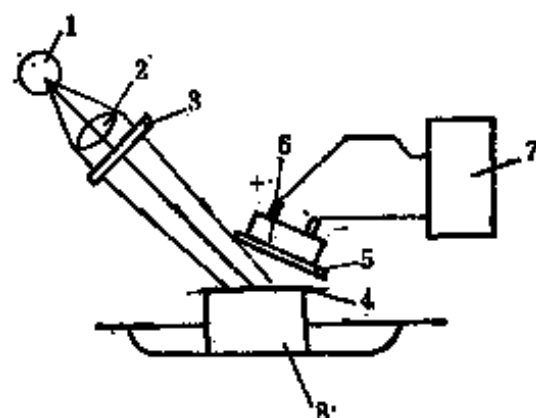


图 10-2-63 光电荧光法施胶度测
定仪

1—水银灯 2—石英聚光透镜 3—紫
外线滤光片 4—试样 5—过滤紫外线
和短波长可见光滤光片 6—光电池
7—检流计 8—充水室

(2) 应用试剂

指示剂染料荧光素钠 B $[\text{Na}_2\text{C}_{20}\text{H}_{10}\text{O}_5]$ ，遇水溶解放出强烈的黄色荧光，无吸湿性。

(3) 测定方法

① 目测法：把指示剂染料荧光素钠 B 均匀撒在试样表面上，控制数量约为 $1\text{mg}/\text{cm}^2$ 。然后将试样放置在目测终点的荧光法施胶度测定仪的充水室的上口，使试样与水面接触。此时立即开动秒表，并用紫外线对指示剂进行照射。随着纸页被水所渗透，纸面上开始出现星星点点的荧光，待指示剂染料的一半面积上放出荧光时，立即停止秒表。从秒表上读取下来的时间即为目测荧光法的施胶度，以秒表示。

② 光电法：把指示剂染料荧光素钠 B 均匀撒在试样表面上，然后将试样放置在用光电池测定荧光强度的荧光法施胶度测定仪的充水室的上口，使试样与水面完全接触。用紫外线对指示剂进行照射，在试样上放出的荧光经滤光片滤除紫外线和短波长可见光以后，投射到高感度的光电池上。光电池与灵敏度很高的检流计连接，最后再由记录器记录下来如图 10-2-64 所示的荧光强度和时间的关系曲线。

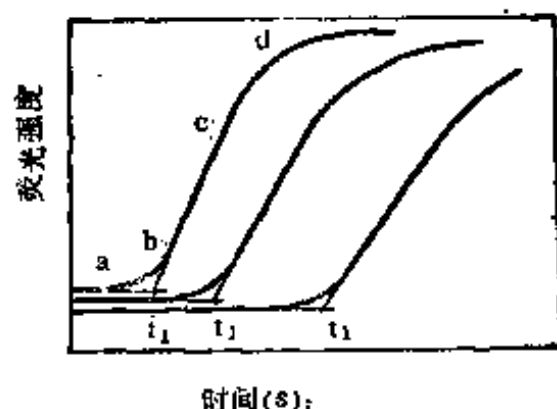


图 10-2-64 荧光强度和时间的关系的典型曲线

图 10-2-64 中 a 为水平部分，b 为曲线开始升起部分，即指示剂开始吸水产生荧光部分，c 为倾斜部分，即随着指示剂吸水后浓度增大而荧光强度越来越大的部分，d 为饱和点即荧光强度的最高峰。把 c 线和 a 线延长相交于一点，这一点所相应的时间 t_1 ，即为光电荧光法施胶度，以秒表示。

6. 墨水漂浮法

将一定大小的试样四边折起成小盘状，使其漂浮在标准墨水

上，记录墨水透过纸层使纸面变色所需的时间，这就是墨水漂浮法的施胶度，以秒表示。

这一方法的缺点是判断终点不太明显，不过用来测定纸样对墨水的抗渗透性还是有用的，用来测定纸样对墨水以外的胶体液如血的抗渗透性也有价值，但不适于测定纸样对水的抗阻性。

7. 小区域施胶度测定法 (Penscope Sizetest)

在试样的一面涂刷一层0.1%的甲基橙指示剂，再把试样漂浮在乳酸液面上，随着酸液透过试样而使另一面的指示剂变红，测定纸面产生5个红点所需的时间，即为小区域法的施胶度，以秒表示。

(1) 使用仪器

小区域测定仪如图10-2-65所示。仪器主要是一个上端带有螺纹的圆柱形金属室和一个能拧上并能把试样夹在金属室上口的旋塞组成。金属室的外壁是夹套的，可向夹套内通入恒温循环水以控制室内温度。在室壁上还装有向室内通入和放出乳酸液的管道，以及用于显示室内乳酸液压的玻璃管。

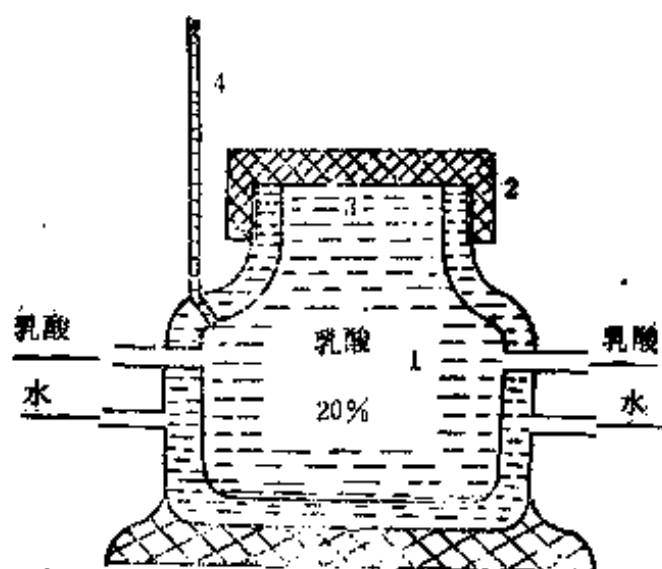


图 10-2-65 小区域施胶度测定仪

1—圆柱形金属室 2—旋塞 3—试样
4—用以显示乳酸液压的玻璃管

(2) 应用试剂

- ① 20%乳酸液。
- ② 0.1%甲基橙指示剂。

(3) 测定方法

切取直径为 6.25cm 的圆形试样，并在试样的一面涂上一层 0.1% 甲基橙指示剂，然后把涂有甲基橙的一面向外，拧上旋塞夹住试样使之固定在金属室上部的水平面上。随后，把配制成的 20% 乳酸液注入室内使之与试样的下面完全接触，并达到一定的液压，此时开动秒表计时。从旋塞口观察纸面，直至乳酸液透过试样导致纸面出现 5 个红点时立即停止秒表，记录下来的时间即为小区域法施胶度，以秒表示。

8. 光电液浸透法

纸页试样随着测量液体的浸透而增加其透光性。随着纸页试样受测量液体浸透时间的延长，其透光率有所提高，这一方法是用光电透光度计来测定纸页试样的透光率提高的速度，根据这一速度的高低可以判断出纸张施胶度的强弱。

(1) 使用仪器

光电液浸透测定仪如图 10-2-66 所示。这种仪器主要是由上下安排的两个圆球组成，上球在其底部有一个开口与下球在其上部的开口相对应，要测定的试样就放在两个球体之间。

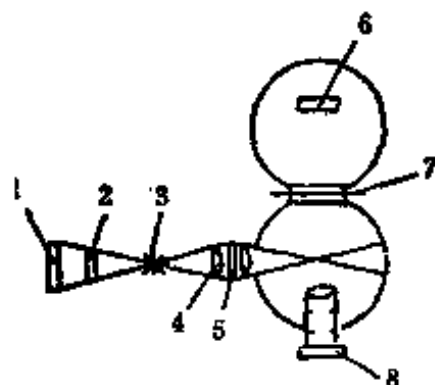


图 10-2-66 光电液浸透测定仪

- 1—补偿用光电池 2—滤光片 3—钨丝灯
4—滤光片 5—聚光镜 6—透射用光电池
7—试样 8—反射用光电池

光源通过聚光镜和滤光片投射到球内，使球内的光变成均匀的漫反射光，消除了试样表面镜面反射光的影响。加有滤光片形成单色光，从而消除了试样颜色的影响。

仪器还装有一组补偿用光电池，用以消除电压波动时测定结果的影响。

(2) 测定方法和计算

把试样放在上下球体之间，在试样上滴上浸透液，同时开动

秒表，打开电源。随着浸透液对试样的浸透，试样的透光率发生变化。根据透射用光电池接收光线的大小，就能绘制出药液浸透时间与试样透光率的比率关系，从而可以判断出纸张施胶度的高低。

如果试样是用带色的浸透液如墨水浸透，则通过下球底部的反射用光电池可接收试样背面的反射率。随着墨水对试样浸透时间的延长，试样背面反射率降低，由此可以得出浸透时间与试样背面反射率的关系，并可由试样背面达到被墨水完全浸透的反射率所需的时间来表示施胶度结果。

此外，还可由以下两个公试进一步求出施胶度指数 f ：

① 早期计算公试

$$f_a = \frac{(F/10)^2}{S}$$

② 后来改进的计算公试

$$f_b = \frac{S \times 100}{(F/10)^2}$$

式中 F ——纸的定量 (g/m^2)

S ——墨水浸透时间 (min)

测定值和施胶度的关系如表 10-2-137 所示。

表 10-2-137

施胶度指数	数 值	施胶程度
f_a	1~5	强施胶
	5~10	中施胶
	10~20	弱施胶
	20~100	微施胶
	100~1000	无施胶
f_b	1~10	弱施胶
	10~20	中施胶
	>20	强施胶

用不同松香胶的胶量进行施胶的纸张的透光率与浸水时间的关系如图 10-2-67 所示。

9. 电导法测定施胶度

此方法是采用 K. B. B 施胶度测定器, 将两块不同的金属板连接在微安计上。一块是多孔性的用蒸馏水饱和的青铜板, 另一块是锌板。

多孔青铜板和锌板之间夹有纸样, 这样产生电势, 多孔青铜板为阳极, 锌板为阴极, 有电流通过。随着纸样的逐渐湿润, 纸张的电阻降低, 电流增加。

以达到一定的电流所需要的时间作为施胶度的测定结果, 时间越长, 施胶度越强。

(1) 使用仪器

K. B. B 施胶度测定仪如图 10-2-68 所示。仪器的主要组成是

图 10-2-68 K. B. B 施胶度测定仪

1—多孔青铜板 2—锌板 3—试样
4—微安计 5—连接头

可动的多孔青铜板电极和固定的电极为锌板, 0~100mA 的微安计。

(2) 测定方法

将 90×90mm 的试样放在锌板上。多孔青铜板与蒸馏水接触并使其饱和, 有的不用水, 使用 1% 氯化钾水溶液。饱和后的多孔青铜板放在试样上, 试样开始湿润时, 微安计指针即启用, 这时用

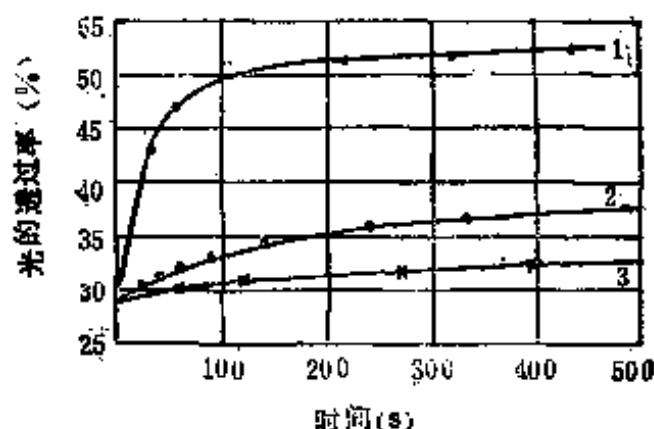
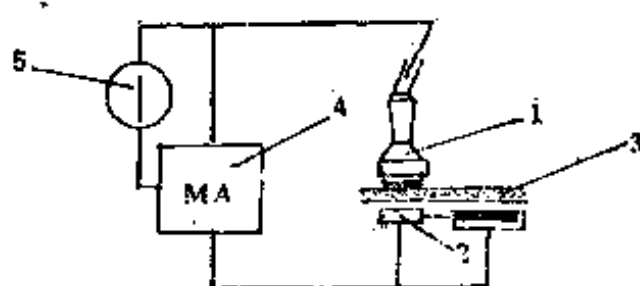


图 10-2-67 光的透过率与浸水时间的关系曲线

1—0.5%松香胶 2—1.0%松香胶 3—2.0%松香胶



秒表计时，到 80mA 时，停秒表，并将多孔青铜板拿下来取下试样。将锌板擦干，再进行第二个试样测试，正反面各测定 5 个，取其平衡值。

多孔青铜板开始浸蒸馏水或浸氯化钾药液时，可用橡皮管吸收，使其达到饱和。使用完，用橡皮管将水吹出。如使用氯化钾药液时，使用完，要用蒸馏水冲洗干净后再予以放置。

(3) 测定结果的讨论

① 仪器本身误差很小，由于用仪表显示终点，再现性良好。

② 试验结果受纸面平滑度的影响很显著，即接触锌板的纸面越平滑，测定结果越低，而纸面越粗糙，则测定结果越高。

③ 试验时，当纸样变湿鼓起、起皱或是变成盘状等情况，会造成显著误差，但通过加大上部加湿件的壓力可减少这个误差。

10. 瓦赖施胶度测定法 (Valley Sizing Tests)

把纸页试样夹在电解电池的两个电极之间的容器中，当电解质溶液进入容器内时，只要试样仍保持干燥就没有电流通过，而当电解质穿透了试样就会产生电流。测定电解质溶液进入容器内与试样两面接触，直到透过试样产生一定量的电流所需的时间，即为瓦赖施胶度值。

(1) 使用仪器

瓦赖施胶度测定仪如图 10-2-69 所示。该仪器包括一个电池的两个电极及其中间的容器，容器由橡皮管与电解质溶液瓶相连。当电池位置降低时，电解质溶液便流入容器内。

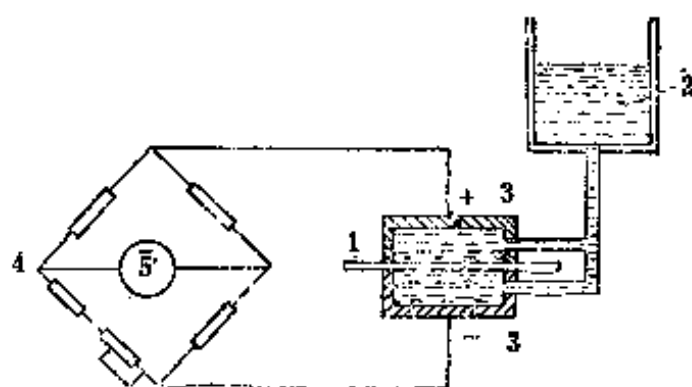


图 10-2-69 瓦赖施胶度测定仪

1—试样 2—电解质溶液 3—电池的电极
4—电桥 5—电流表

在试验前，在电池中间没有夹着试样，并且容器中充满电解质溶液时，应通过电路中的可变电阻将电池的电流调到 200 毫安。

(2) 测定方法

切取 $5 \times 5\text{cm}$ 的试样夹在仪器电池的两电极之间，随后把电池的位置降低，即向电池内注满电解质溶液，此时立即开动秒表。此后，待电流表上显示出的电流数字达到 110mA 时，停止秒表记取时间，这种以秒表示的时间即为瓦赖施胶度。

这种方法测定的结果将受到纸张的施胶度、孔隙度、厚度以及电解质溶液的温度等因素的影响。

11. 柯利尔施胶度测定法 (Curier size tests)

把纸页试样置于一电池的两个电极之间，并用蒸馏水润湿浸泡试样的一面，随着蒸馏水对纸层的渗透，试样的导电性加强，电流就越来越大。这样，测定试样的导电性达到一定预定的电流所需的时间，即为柯利尔施胶度，以秒表示。

(1) 使用仪器

柯利尔施胶度测定仪如图 10-2-70 所示。该仪器的主要组成是，可提供 1mA 电流的电池，分别与电池两极相连的金属板、油毛毡，倒置于油毛毡上的蒸馏水瓶以及电流表等。

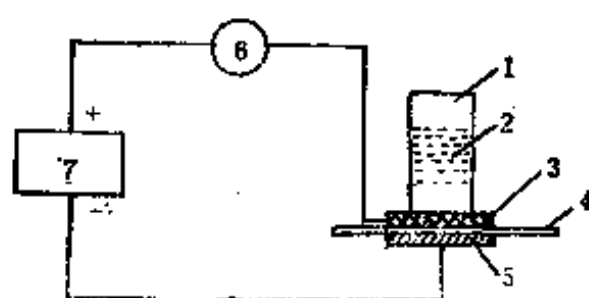


图 10-2-70 柯利尔施胶度测定仪

1—倒置的蒸馏水瓶 2—蒸馏水 3—圆毛毡 4—试样 5—金属板 6—电流表
7—电池

(2) 测定方法

首先将仪器调整好，将纸页试样反面向上放在金属板上，再把装有倒置蒸馏水瓶的圆毛毡放在试样上，此时开动秒表。随后当仪器的电流表达达到一定数值时，停止秒表，读取下来的时间即为柯利尔施胶度，以秒表示。

随后取下蒸馏水瓶和圆毛毡，除去试样，将金属板擦干，再进行第二个试样测试，正反面各测定 5 个，取其平均值。

(3) 测定结果的讨论

这一方法的优点是如同所有电导法测定施胶度一样，均为用仪表指示终点，可提高测试精度。

柯利尔施胶度受温度的影响较显著。试验表明，温度升高，柯利尔施胶度下降。

12. 卷曲法测定

此方法是使试样的一面湿润一定的面积而产生最大的卷曲，可以测定试样达到最大卷曲的时间。试样达到最大卷曲以后，由于试样已湿润使其又回降，即下落。以达到最大卷曲度所需的时间表示施胶程度。

(1) 使用仪器

卷曲度测定仪如图 10-2-71 所示。它是由盛水的槽、分度器面板等组成。角度刻度盘垂直立在分度器面板上，面板的中心有一可调的矩形开口，开口长约 50

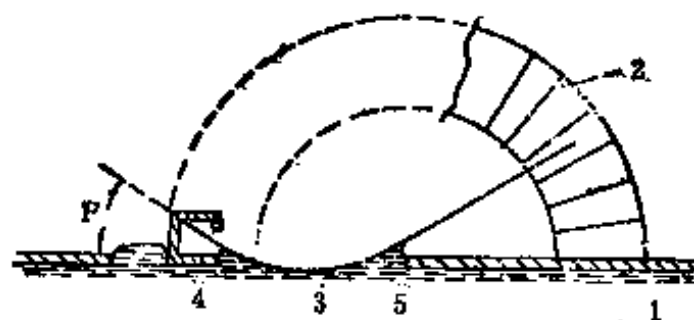


图 10-2-71 卷曲度测定示意图

1—分度器面板 2—刻度盘 3—试样 4—
□形的停止器 5—可调的矩形开口

mm，开口宽度可由 0 调至 25mm。另有一个□形的停止器，为固定卷曲试样的一边使与水平线成为一定角度，刻度盘用以指示卷曲试样的角度。

(2) 测定方法

① 把试样切成正梯形，纵向宽度 40 mm，横向上底 70mm，横向下底 40mm，如图 10-2-72 所示。

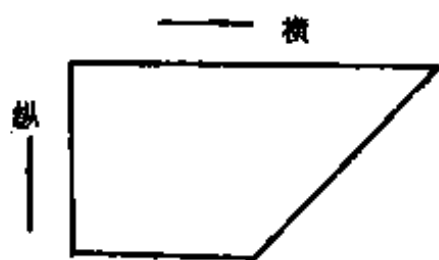


图 10-2-72 卷曲法测定的试样

② 水槽内盛满蒸馏水，水面与分度器面板的表面在同一平面上，面板中留有一可调间隙的开口，开始时可调至 10mm。将梯形试样的直边放入面板□形停止器内，斜长边对着刻度盘。试样

平放在面板上，其中间一般与间隙中的水面接触，试样的斜长边开始向上卷曲、至最高角度，试样即又向下，在最高角度时，读取刻度盘上所指示的角度。如所指角度小于 30° 时或大于 60° 时，可调整两面板之间的距离，使试样卷曲的角度在 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间。

$$\text{卷曲度 (0/cm)} = \frac{30 + \text{刻度盘上所指示的角度}}{\text{两块面板的距离 (cm)}}$$

或记录试样与水接触开始，至最大角度时停止。此段时间即为纸样施胶度

测试正面、反面各 5 个试样，取各面的平均值。

(3) 注意事项

① 两块面板要保持干净，不要有水在上面。

② 水面始终保持与板面平，低时即补充水。

③ 对不同厚度的纸的施胶度进行比较时，可采用最大角度所需的时间被厚度的平方除，然后比较。

13. 水浮游法测定

薄型纸施胶度的测定，除了上述的墨水划线法以外，水浮游法也很适用，这种方法也可视作为是卷曲法的一种变异。

折叠成直角的试样漂浮于水面上，纸样随着折痕部位的吸水而趋于伸直，最后完全倒浮在水面上。试样完全倒浮所需的时间，即为水浮游法的施胶度。试样的施胶度越高，则其润湿速度越慢，倒浮所需的时间越长。

(1) 器皿和试液

培养皿、秒表和蒸馏水等。

(2) 测定方法

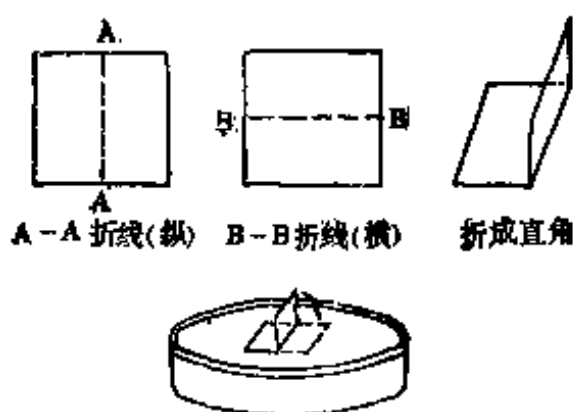


图 10-2-73 水浮游法施胶度测定示意图

测定方法极简单,先把试样切成 $25 \times 25\text{mm}$ 的小块。如图 10-2-73 所示,将试样纵向折叠和横向折叠均成为直角,随后放在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 的培养皿的水面上,立即开动秒表。此后,直至试样完全倒浮在水面上时停止秒表,记录下来的时间即为试样的水浮游法施胶度,以秒表示。

测试纵向、横向各 5 个试样,取其平均值。

14. 接触角法测定

此法也称为表面可湿性的测定。把一小水滴(小到足以使接触面的“曲率”呈明显的圆形)滴在纸面上,以接触面的直径 a 和水滴的高度 h 计算出水滴的接触角 α ,即为施胶度测定结果。接触角越大,则说明试样的施胶度越高,接触角越小,则说明试样的施胶度越低。小水滴滴在试样上的接触角示意图如图 10-2-74 所示。

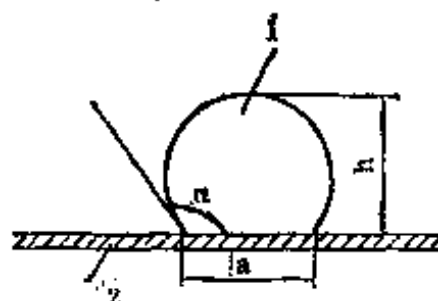


图 10-2-74 接触角示意图

1—水滴 2—试样

(1) 使用仪器

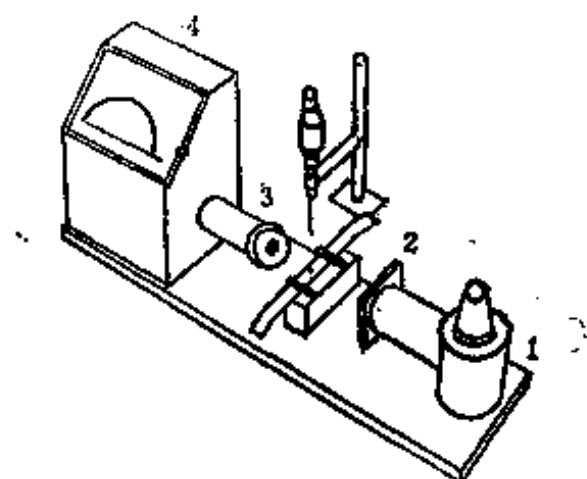


图 10-2-75 接触角法施胶度测定仪

1—光源 2—滤光片 3—显微镜 4—投影装置

主要仪器为一如图 10-2-75 所示的接触角法施胶度测定仪,它包括:

① 试验台:带有水平螺杆和试杆固定架,可简便地进行水平或垂直的位移。

② 微型玻璃量管:可滴下 0.004 ± 0.0004 ml 的水滴,量管的尖端截面呈圆形。

③ 光源：带有滤光片以防止试样受热。

④ 显微镜：带有投影装置，放大倍数为 25~30 倍，并有一个 5mm 的视野深度。

⑤ 透明玻璃板：带有刻度，用以测定小水滴的接触面直径和高度。

(2) 测定方法

试样是切成与纵向成 45° 角的宽 15mm、长 200mm 的纸条，排除水印和各种有害的纸病，测试的表面不得用手接触或暴露在阳光中。

首先使试样、仪器和所用的蒸馏水等均达到标准的温度条件，把试样台调成水平，用水冲洗并注满玻璃量管，随后小心地把试样固定在试验台上以使水滴滴在纸面之后，其表面仍保持平整。

放低玻璃量管，并用它把 $0.0040 \pm 0.0004\text{ml}$ 的水滴滴在纸面上，同时开动秒表，并打开光源，调节投影装置使水滴的影像出现。

在小水滴滴在纸面上 10s 时，用透明玻璃板测量影像基座长度（小水滴接触面直径） a 和影像高度 h ，精确至 0.5mm。

然后关闭光源，移动试样 25mm，再作下一滴的测试。

(3) 测试结果的计算

根据测试数据，由下式可计算每个小水滴的接触角，精确至 10°。

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{2h}{a}$$

式中 α ——接触角

a ——水滴影像底座长度 (mm)

h ——水滴影像高度 (mm)

为了迅速计算起见，可用如图 10-2-76 所示的图解法得出接触角。

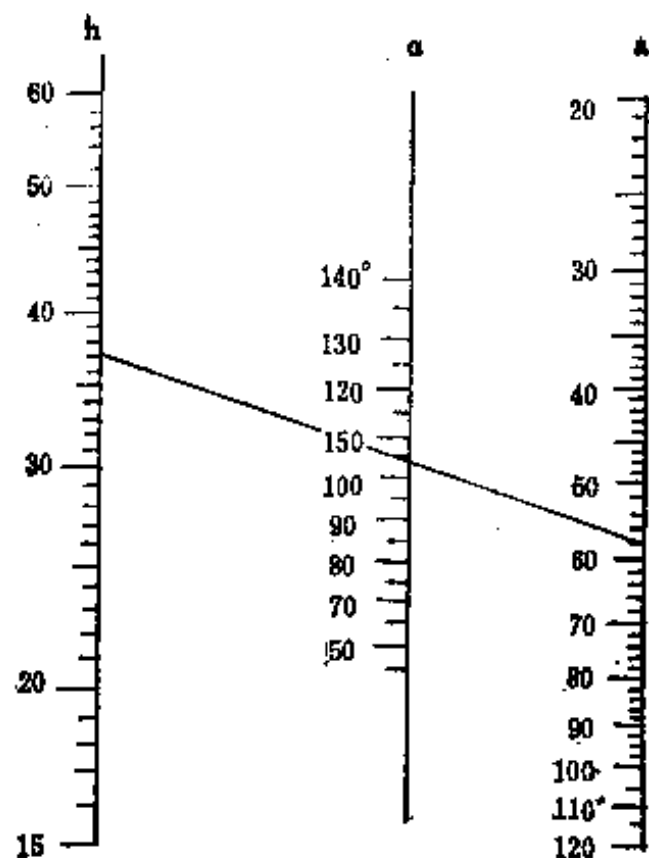


图 10-2-76 读取接触角 α 的图解法

用法说明：例如用接触角法施胶度测定仪测量出的水滴影像底座长度 a 为 57.0mm，高度 h 为 38.0mm，在图中分别在 a 线和 h 线的相应位置的两点连上一横线，它与 α 线的交点即为所测得的接触角。

(4) 接触角法测定数值与纸的书写适应性的关系

接触角法施胶度不仅可以得出水滴与纸接触一定时间后的接触角，即纸的润湿能力，而且还可以通过测定接触角随时间的变化得出纸润湿能力的变化速度。

纸面开始的润湿能力（即接触 5 秒钟后的接触角）是对纸张画线和书写质量的一种评价。当这一开始接触角在 100 到 90° 之间时，能得到最好的画线和书写质量。如果这个角度大于 100° 时，由于润湿能力差，很容易产生断线情况。如果这个角度小于 90°，则墨水和纸面接触时，墨水线就可能阴化（扩散）。

润湿能力的变化速度是从接触 5s 后的接触角减去经过 60s 之

后的接触角，再用 55 去除而得到的。它不仅对书写纸的质量是一个评价，而且也直接测定了纸的润水倾向。若在一中等施胶的纸上书写，要经过一个短时间的过程才能发生润水现象。在这个时间内墨水才有机会渗透入纸里去，从 5s 到 60s 之间接触角的减少可以看出这种倾向。重施胶的纸并不能在这两个读数上表现出明显变化。

15. 纸及纸板拒水性 (Repellency) 测定

水滴由倾斜的纸面上滴下，以在纸面上呈现的水痕状态表示纸面的拒水性。水痕的状态以连续并且宽度一致的水痕表明拒水性最差，而水滴呈球形滚落下来表明拒水性最强。

(1) 使用仪器

拒水性测定仪如图 10-2-77 所示，它主要包括一试样固定台，其倾斜度为 45° ，长 350 mm，宽 200 mm，表面平滑，可把试样平整地固定在其上面。另有一支可调成每滴为 0.1 ml 的滴定管。

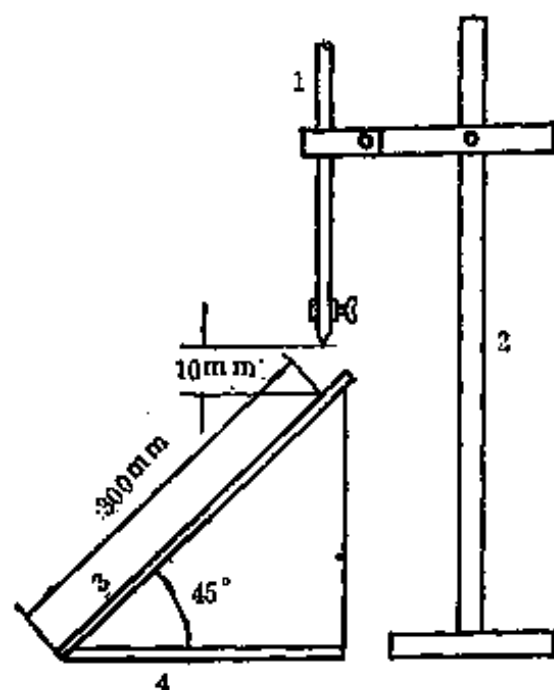


图 10-2-77 拒水性测定仪示意图

1—滴定管 2—滴管架 3—试样 4—试样固定台

(2) 测定方法

按标准方法取样，排除有纸病的部分，切成长 300 mm，宽 200 mm 的试样。纵横试样各为 5 张，并在标准条件下加以处理。

把试样测试面朝外平整地固定在倾斜的固定台上，随后由滴定管把一滴 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 的蒸馏水滴在试样表面上，滴定管与试样表面垂直距离为 10 mm。这时观察水滴流下的痕迹，按照表 10-2-138 的规定来决定拒水度，以平均值、最大值和最小值报告测定结果。

表 10-2-138

水滴落下的状态	拒水度	水滴落下的状态	拒水度
连续的宽度一致的水痕	R ₀	痕迹的四分之一以伸长的水滴状润湿	R ₇
连续的比水滴稍窄的水痕	R ₁	痕迹的四分之一以上呈球形散落着	R ₈
水痕连续, 但有地方有中断, 宽度明显比水滴窄	R ₄	很多地方呈球形小水滴散落	R ₉
痕迹的一半是润湿的	R ₆	着完全呈球形滚落下来	R ₁₀

16. 浸渍法 (吸收重量测定法)

吸收重量是以纸或纸板在水或其他溶液中浸渍一定时间后, 所增加的重量占浸渍前重量的百分率表示。

(1) 测定方法

切取 100×100mm 或 50×50mm 的试样, 称重准确至 0.001 克, 然后将试样浸于水或其他溶液中。所用的液体、液体的温度

表 10-2-139

产品名称	厚度 (mm)	试验条件和吸收重量		
		水温 (℃)	浸渍时间	吸水重量 (%)
QB219—62	≤1.25	15~20	30min	≤4.0
沥青防水纸板	≤1.25	15~20	90min	≤8.0
	≥1.25	15~20	30min	≤3.5
	≥1.25	15~20	90min	≤7.0
QB219—62	≤1.25	15~20	30min	≤7.0
普通防水纸板	≤1.25	15~20	90min	≤12.0
	≥1.25	15~20	30min	≤5.0
	≥1.25	15~20	90min	≤10.0
QB358—73 探测器盒纸板	0.8~10	15~20	30min	≤90
QB607—73 手风琴风箱纸板	0.7	15~20	30min	≤90
QB364—81 1号硬钢纸板	0.5~3.5	20±0	24h	50~65

以及浸渍时间由纸或纸板的质量标准规定（见表 10-2-139）。

到规定的时间以后，取出试样，并将它夹在两张定量约 $200\text{g}/\text{m}^2$ 的工业滤纸之间，吸除表面多余的液体以至液体所反射的光泽消失为止，然后迅速称重，精确至 0.001g 。

(2) 计算

吸收重量 E (%) 按下式计算：

$$E(\%) = \frac{g_2 - g_1}{g_1} \times 100$$

式中 g_1 ——浸渍前试样的重量

g_2 ——浸渍后试样的重量

(3) 我国的几种纸板的浸渍法吸水重量的质量标准如表 10-2-139 所示。

17. 酸渗透法

抗显影液、定影液渗透（即抗酸碱渗透）的性能是涂塑照相原纸的一个重要的物理指标，这一方法可用于测定该指标。另外，本方法也可用于其他液体对一些特种纸（例如防水纸）进行抗渗透性的测定。

对于涂塑照相原纸，纸的两面接触酸性溶液（每升溶液中含 7.5gNaCl 和 6.25ml 水醋酸），测定试样在 5V 电压下传导 200mA 电流所需的时间即为该纸的抗酸渗透值。对于其他特种纸，借助于选用的试液浸泡试样，测定在一定电压下传导一定电流所需的时间即为该纸的液体渗透值。

(1) 使用仪器

一种酸渗透测定仪如图 10-2-78 所示。试样夹由不锈钢制成，其一半固定，另一半可用手轮前后调节。当在试样夹之间夹上试样，并用手轮拧紧后，则向试样夹中间的空间注入液体可保持不漏液。

(2) 测定方法

首先把试样夹在试样夹之间，并用手轮将试样夹拧紧。随后

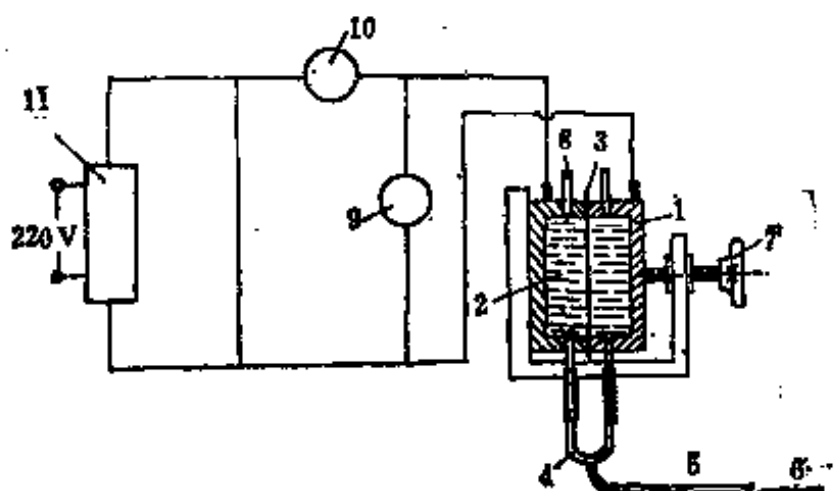


图 10-2-78 酸渗透测定仪示意图

1—不锈钢试样夹 2—药液 3—试样 4—玻璃三通管 5—橡皮软管 6—药液入口 7—手轮 8—排气管 9—电压表 10—电流表
11—电源及调节系统

接通电源,并迟速向试样夹中间的空间充液,同时开动秒表计时。

待电流表指针达到 200mA 时停止秒表,读出以秒表示的时间即为该试样的酸渗透值。

18. 边缘断面抗渗透性测定法

纸和纸板在水中或其他选用的液体中浸渍时,测定边缘断面抗液体渗透的能力,以浸渍一定时间后液体渗透进的距离表示结果。

本方法主要适用于两面涂塑的纸和纸板,如涂塑照相原纸、奶瓶纸板等,但也可用于测试未涂塑的纸和纸板。

(1) 浸渍液

符合于产品质量标准中规定的已着色的水或其他液体。

(2) 测定方法

把试样切成一定尺寸的正方形,而对未涂塑的试样应首先在纸的边缘正反面各贴含一层防水胶带,然后再切成一定尺寸的正方形。

把试样浸于标准温度的浸渍液中至规定的时间后取出,随后测定浸渍液从纵断面和横断面向试样内浸渍的距离,以其平均值,

最大值和最小值来表示测定结果。

报告中应注明浸渍液的名称、浸渍时间和温度条件等。

19. 湿纸裂断测定法

纸的湿抗张力是随着施胶度的增加而相应提高的。在垂直悬挂并浸在水中或其他选用的试液中的纸条上加有一定的重量，这样纸条在恒定受力下断裂所需的时间即为施胶度的测定结果，时间越长，表明施胶度越高。

这种方法不仅适用于测定施胶度，并且也可用于测定纸的湿强度。测定所得的终点很明显。如用不同重量测定出不同的裂断时间，从测定结果可以得出许多关于纸的施胶的资料。

第三节 表面施胶

一、概 述

1. 表面施胶的定义

表面施胶是一种造纸工艺过程，是指在经过内部施胶或未经内部施胶的纸或纸板的单面或双面用一种或几种施胶剂，涂上匀整的薄层以取得憎液或其他性能。

2. 表面施胶的目的和作用

通常内部施胶的目的多是使纸或纸板具有一定的抗水性，即提高产品的施胶度，而表面施胶的目的是增进纸或纸板的表面强度以及改善产品的其他性能。

(1) 提高纸或纸板的适印性能

① 提高纸或纸板的表面强度，使其对掉毛掉粉有一定的抵抗性。

② 改善纸或纸板收吸印刷油墨的性能，从而改善其印刷性能。

③ 提高纸或纸板的平滑度，降低透气度，增进纸张的表面结合强度，使纸面紧密、细腻、匀整，从而使印刷后印迹清晰、颜色均匀、层次清楚、黑白分明。

(2) 改进纸张的性能

① 大多能同时改进纸张的物理强度、挺度、耐擦性能、耐久性能以及手感性等。

② 减少纸张的变形。

③ 减少纸页的两面差，特别是对于在较高车速下抄成的纸张。

④ 可减少纸张产生静电。

(3) 减少施胶剂用量

可合理使用施胶剂，减少施胶剂的用量。

3. 表面施胶的方法

表面施胶的方法有机内施胶和机外施胶两种，如表 10-3-1 所示。

表 10-3-1

表面施胶方法	特 点
机内表面施胶	在造纸机干燥部的适当位置装设表面施胶装置，未完全干燥的纸或纸板经施胶装置后涂上一层施胶剂，再经干燥后使其表面上形成一层胶膜，从而达到表面施胶的目的
机外表面施胶	纸或纸板在造纸机上抄成后，卸下纸卷，再将其转移到一套单独的施胶装置来完成表面施胶

4. 适用表面施胶的一些纸种

表面施胶由于设备较复杂以及需用相当量的表面施胶剂，抄成的纸或纸板的成本稍高，为此表面施胶多用于一些高质量要求和特殊用途的纸种，如表 10-3-2 所示。

5. 表面施胶的装置

表面施胶装置的种类繁多。选择表面施胶装置时，可按照纸张的施胶轻重、纸张质量要求而定。

表 10-3-2

要 求	纸 种 示 例
提高纸张物理强度	钞票纸、海图纸、证券纸、导火线纸。
提高纸张表面强度和 适印性能。	证券纸、画报纸、帐簿纸、地图纸、制图纸、胶版印刷纸、 高级书写纸、晒图原纸
提高纸面平滑度	箱板纸、白纸板
提高纸面光泽度	条纹牛皮纸、条纹柏油原纸

一些表面施胶装置如表 10-3-3 所示。

表 10-3-3

表面施胶装置型式	用 途
槽法施胶	多用于纸面需要高度施胶的纸种，如海图纸、证券纸、钞票纸等
辊式施胶	目前应用得最普及的是辊式施胶，特别是水平辊式表面施胶，它适用于胶版印刷纸、晒图纸等。
单烘缸纸机表面施胶	适用于提高纸张单面的光泽度，如用于条纹牛皮纸等的表面施胶。
压光机施胶	适用于只需极薄的涂层，特别是对纸板的表面施胶，以压光机施胶为宜。

此外，尚有喷雾表面施胶。

6. 常用的表面施胶剂

表面施胶常用的施胶剂有改性淀粉、聚乙烯醇 (PVA)、羧甲基纤维素 (CMC)、动物胶、石蜡胶、松香胶等。

二、辊式表面施胶

(一) 水平辊式装置

1. 水平辊式装置的型式

(1) 型式一

一种我国常用的水平辊式表面施胶装置如图 10-3-1 所示

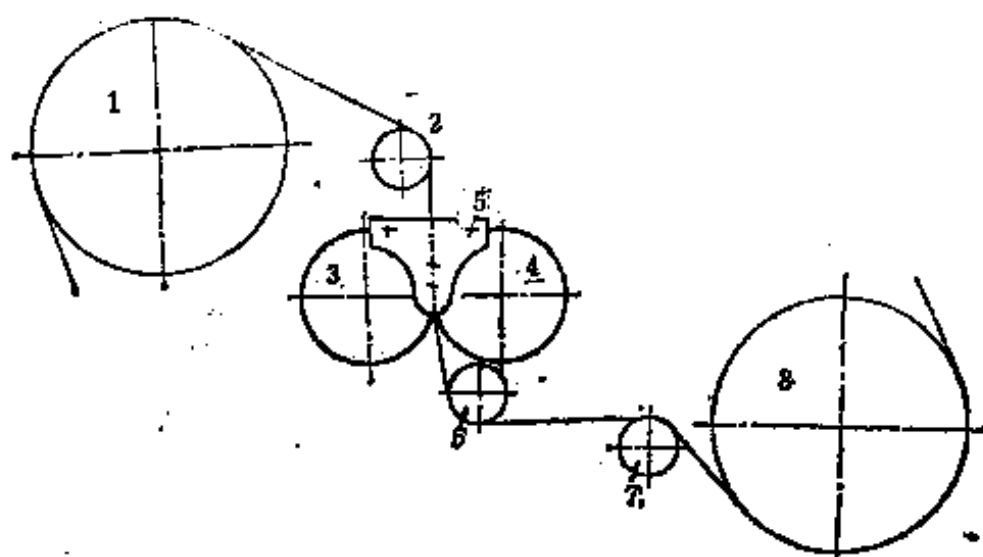


图 10-3-1 一种水平辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—主动施胶辊 4—从动施胶辊 5—挡胶装置 6—引纸辊 7—弧形伸展辊或其它伸展辊 8—烘缸

1) 施胶设备;

① 水平辊式表面施胶装置主要是由呈水平排列的一对施胶辊组成, 其中一个为主动辊, 可用变速电动机联减速箱或其它传动机构来带动, 另一为从动辊。

② 由从动辊进行加压, 加压机构有各种型式。

③ 施胶辊的两端有挡胶装置, 使两辊之间形成一个胶槽, 生产时, 在其中注满施胶液。

④ 在挡胶装置一侧的挡胶板上开有溢流口, 以使胶槽中胶液液面保持一定的水平。溢流的胶液经过滤后再重新使用。

⑤ 在水平辊式表面施胶装置中还有弹簧辊、刮刀、引纸器、弧形伸展辊或其它伸展辊、胶液管、清水管等。

2) 纸页行程: 待干燥至一定干度的纸页自前一组烘缸引出, 经弹簧辊后引入水平施胶辊进行表面施胶, 随后经引纸辊和伸展辊再送入后一组烘缸。

(2) 型式二

一种高位水平辊式表面施胶装置如图 10-3-2 所示。

这种表面施胶装置有以下特点;

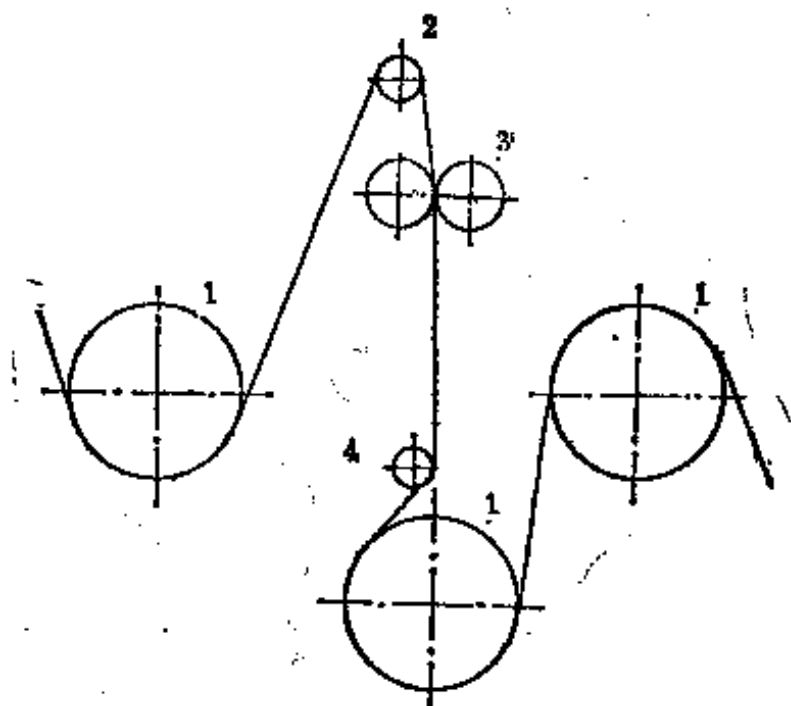


图 10-3-2 高位水平辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—施胶辊 4—橡胶导辊

① 对于目前已投产的长网多缸造纸机，烘缸间的距离短。如果这种造纸机需要装设表面施胶装置，则可按照这种方法将施胶辊等安装在适当位置的一组烘缸的上面，从而减少了安装和技术改造的工作量。

② 纸页离开施胶辊至进入烘缸有相当长的垂直距离，从而解决了粘缸问题。另外，在纸页进入烘缸前通过直径为 150mm、中高 7mm 的橡胶导辊（惰性辊），解决了湿纸页起皱和打折等问题。

③ 施胶装置在较高的位置温度高，对管理和操作不方便。

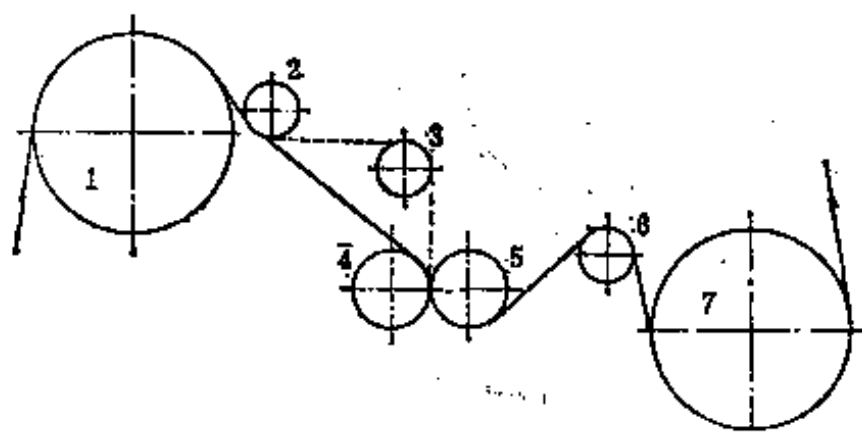


图 10-3-3 用于纸板的水平辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—导辊 4—包胶辊 5—钢辊 6—导辊 7—烘缸

④ 清洁卫生条件差。

(3) 型式三

一种用于纸板的水平辊式表面施胶装置如图 10-3-3 所示。

这种表面施胶装置有以下特点：

① 可用于纸板的表面施胶。

② 如纸页的行程是按图中的实线所表示的，在施胶辊之间加入胶液，则是对纸板进行单面表面施胶。

③ 如纸页的行程是按图中的虚线所表示的，在施胶辊之间加入胶液，则是对纸板进行两面表面施胶。

对于白纸板的表面施胶的工艺条件如表 10-3-4 所示。

表 10-3-4

项 目	条 件
表面施胶剂	70% 皮胶，30% 氧化淀粉
施胶液浓度	0.6~0.7% (固体物含量)
纸板进入施胶辊筒的水分	16~18%
纸板出施胶辊后的水分	23%
挂胶量	1.1~1.5g/m ²

(4) 型式四

一种水平辊式表面施胶装置如图 10-3-4 所示。

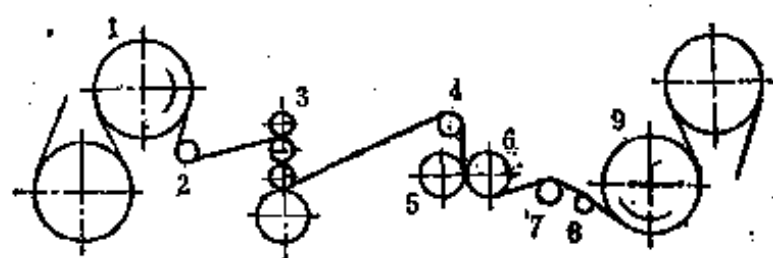


图 10-3-4 一种水平辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—平整装置 4—弹簧辊 5—石辊 6—包
胶辊 7—伸展辊 8—导辊 9—烘缸

这种表面施胶装置有以下特点：

① 施胶辊长度可为 2.5m, 纸机抄速为 100~105m/min, 用于生产定量为 45~225g/m² 的胶版印刷纸和钞票纸。

② 施胶辊的直径为 610mm, 包胶辊为主动辊。

② 线压力为 98~127.4N/cm (10~13kg/cm)。

④ 备有水分自动调节装置。

⑤ 表面施胶以后还有 8 个烘缸。

⑤ 表面施胶剂一般是用氧化淀粉, 使用的施胶液温度为 52℃, 浓度为 3.6~7.2%。

(5) 型式五

一种水平辊式表面施胶装置如图 10-3-5 所示。

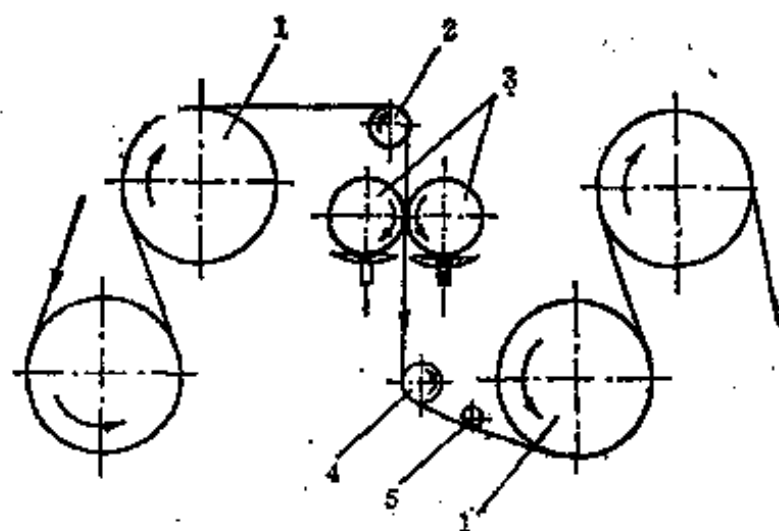


图 10-3-5 一种水平辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—施胶辊 4—弹簧辊 5—伸展辊

这种表面施胶装置有以下特点:

① 可对纸张进行单面表面施胶或双面表面施胶。

② 也可对纸板进行表面施胶。

② 两个施胶辊的下方各有一个承胶盘, 用以回收胶液。

④ 纸页从施胶辊出来有一段垂直距离进行伸展, 再通过弹簧辊和伸展辊进入烘缸。

2. 水平辊式装置的结构

(1) 施胶辊

水平辊式表面施胶装置主要是由呈水平排列的一对施胶辊组成，如图 10-3-6 所示。图中施胶辊 1 是主动辊，辊面多由金属制成，可用变速电动机联减速箱或其他传动机构来带动。施胶辊 2 是从动辊，辊面多由硬橡胶制成。

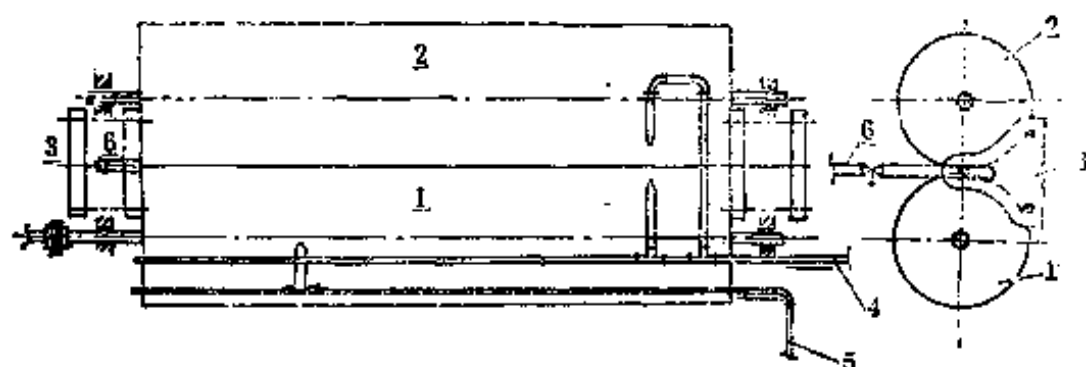


图 10-3-6 施胶辊等装置示意图

1—主动辊 2—从动辊 3—挡胶装置 4—胶液管 5—清水管
6—胶液回流管

主动辊应采用硬质辊面，一般是镀铬或镀铜，即可用钢管镀铬或镀铜制成，另外也有用硬橡胶制作的。从动辊多采用钢管包有橡胶的辊面，其橡胶的硬度可为 85° （肖氏）左右，辊面有一定的中高。一组水平施胶辊的实际规格如表 10-3-5 所示。

表 10-3-5

	材料	直径(mm)	长度(mm)	硬度	中高
主动辊	钢管镀铜辊	400	2100	—	—
从动辊	钢管包胶辊	400	2100	肖氏85°	0.18mm

在制作时两辊的长度必须一致，并且在安装时两辊也必须准确对正，以便能够精确地装上挡胶装置。

主动辊和从动辊的两端端面均有较高的加工精度，以防止毛毡紧贴时有漏液现象。

（2）挡胶装置

如何防止两辊间的胶液外流及在辊端有甩胶现象，是水平表

面施胶压榨的一个重要问题。一种型式的挡胶装置的结构示意图如图 10-3-7 所示。

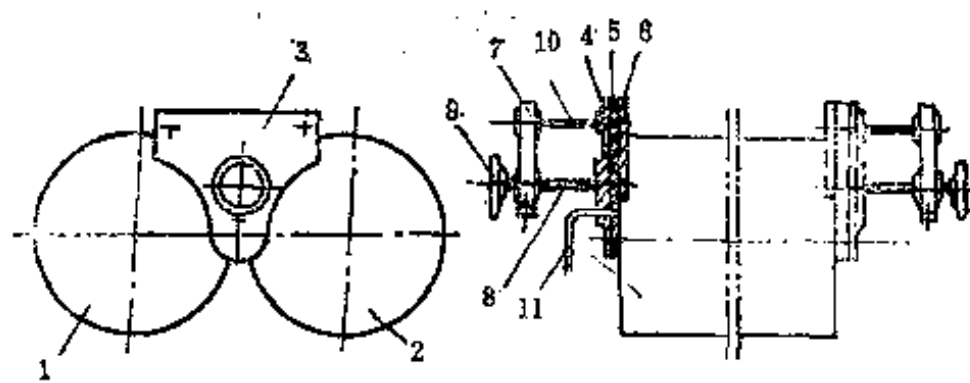


图 10-3-7 挡胶装置示意图

1—主动辊 2—从动辊 3—挡胶装置 4—挡胶板 5—毛毡软层
6—压板 7—支架 8—螺杆 9—手轮 10—导杆 11—胶液回流管

挡胶板 4 和压板 6 夹紧毛毡软层 5，并用螺钉固定使三者成为一体。在挡胶板的外面有支架 7，在支架的上方有两根导杆与挡胶板相连，在支架的下方有螺杆和手轮。当手轮转动时，通过螺杆和导杆而使挡胶板等作前后移动。

挡胶板等的形状与两辊间的槽型紧密配合，挡胶板的外形和大小均与毛毡软层相同，而靠近辊面的压板的大小比前两者为小，这样当用手轮进行调节以使挡胶板等紧靠施胶辊的辊端时，则是毛毡软层紧靠于辊端平面上，从而防止胶液从辊端流出，即在盛满胶液时，在两个施胶辊之间形成了胶液槽。挡胶板的上端约与施胶辊的辊面最高点在同一高度上。

(3) 刮刀

施胶辊的刮刀应视引纸路线而选择适宜的位置。关于刮刀的使用，一般仅在纸页断头粘附施胶辊时才使用，而在正常运转时，刮刀应离开辊面。

刮刀的材料可采用 2~3mm 厚的酚醛树脂层压塑料板，为了避免塑料板产生变形，在距离刀口约 20mm 处用金属板加固。

(4) 引纸辊

进施胶辊前的引纸辊，可采用弹簧辊，使纸页垂直进入施胶压榨辊。出施胶辊后而进入烘缸前的引纸辊可采用弧形辊，或视纸页起折情况采用带不同中高的橡胶辊。

(5) 胶液管

胶液管应置于每个辊的上方，其安装位置宜离开纸页和辊面稍远，也可使胶液直接流在辊面上。

(6) 清水管

清水管也应置于施胶辊的上方，仅在清洗辊面时才使用。

(7) 加压装置

对于水平式表面施胶的加压一般是由从动辊向主动辊加压，其加压方式有三种，即丝杠弹簧加压、偏心杠杆加压和薄膜气动加压等。

1) 丝杠弹簧加压：丝杠弹簧加压装置如图 10-3-8 所示。

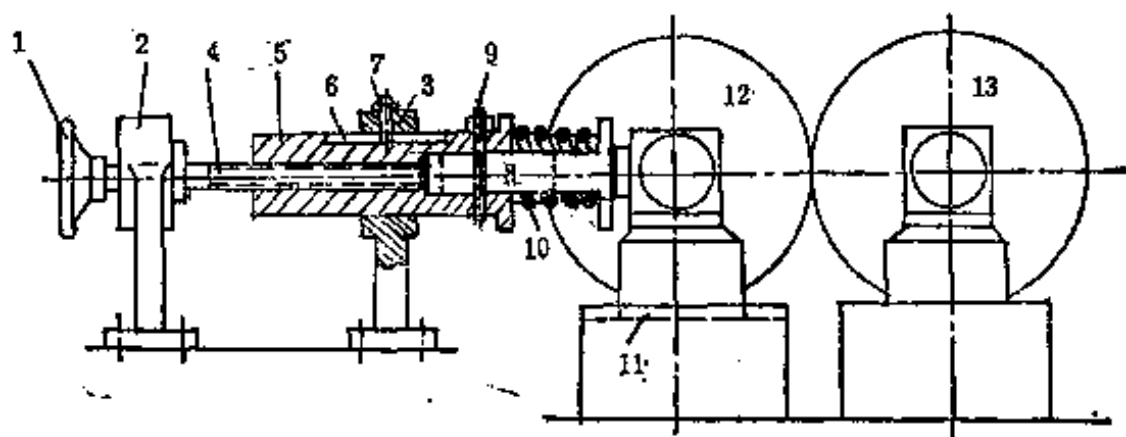


图 10-3-8 丝杠弹簧加压装置示意图

1—手轮 2—托架 3—托架 4—丝杠 5—滑套 6—键槽 7—导键 8—加压杆 9—穿钉 10—弹簧 11—燕尾槽 12—从动辊（胶辊） 13—主动施胶辊

结构与作用：

① 主动施胶辊 13 的位置固定，从动施胶辊 12 可在燕尾槽 11 内左右移动而进行加压或减压。

② 托架 2 将丝杠 4 定位，而丝杠 4 由手轮 1 来转动。

③ 滑套 5 的内壁有丝扣，当丝杠 4 在滑套内转动时即可使滑套左右移动。

④ 滑套支承在托架 3 的上面，在滑套上有一键槽 5，导键 6 插入键槽内，以防止转动丝杠时滑套随之旋转。

⑤ 滑套内套有加压杆 8，其上面装有弹簧装置，并且加压杆直接连接在从动施胶辊的轴承座上，在转动手轮时可对施胶辊进行加压。

⑥ 在加压杆上开有一细长的直通开口，穿钉 9 穿过滑套上的孔眼和加压杆上的开口，这样，反方向转动手轮时即可将加压杆连同施胶辊一道移向左方而进行了减压。

2) 偏心杠杆加压：偏心杠杆加压装置如图 10-3-9 所示。

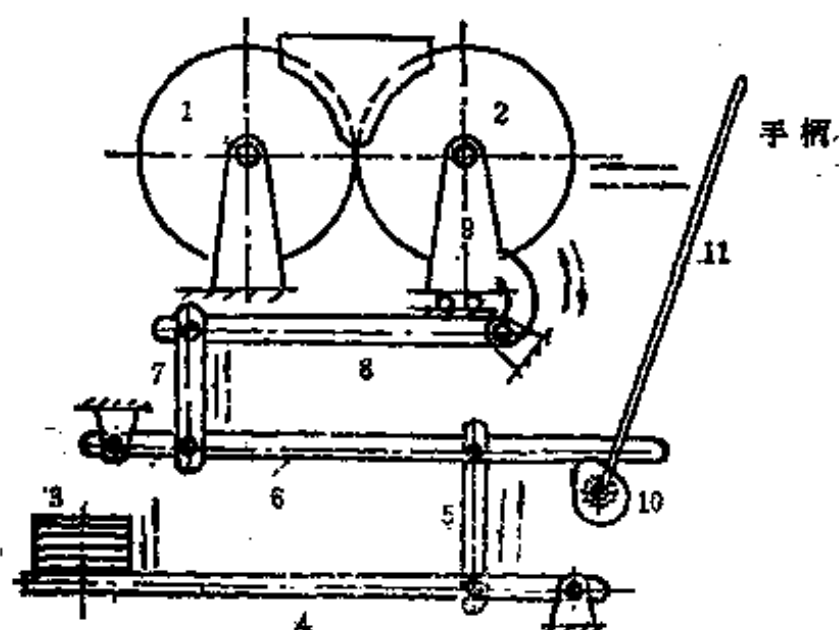


图 10-3-9 偏心杠杆装置示意图

1—主动辊 2—从动辊 3—重锤 4—加压机构第一杠杆 5—加压支杆
6—加压第二杠杆 7—加压支杆 8—加压第二杠杆 9—机架
10—凸轮 11—手柄

操作与特点：

① 在操作时，增加重锤重量，通过一系列加压杠杆，则可加大从动辊压向主动辊的压力，反之减轻重锤重量，则可降低辊间

线压力。

② 临时减压可使用手柄，即搬动手柄，则凸轮向上，通过加压杠杆而使从动辊离开主动辊，或者进行减压。

3) 薄膜气动加压，一种薄膜气动加压装置如图 10-3-10 所示。

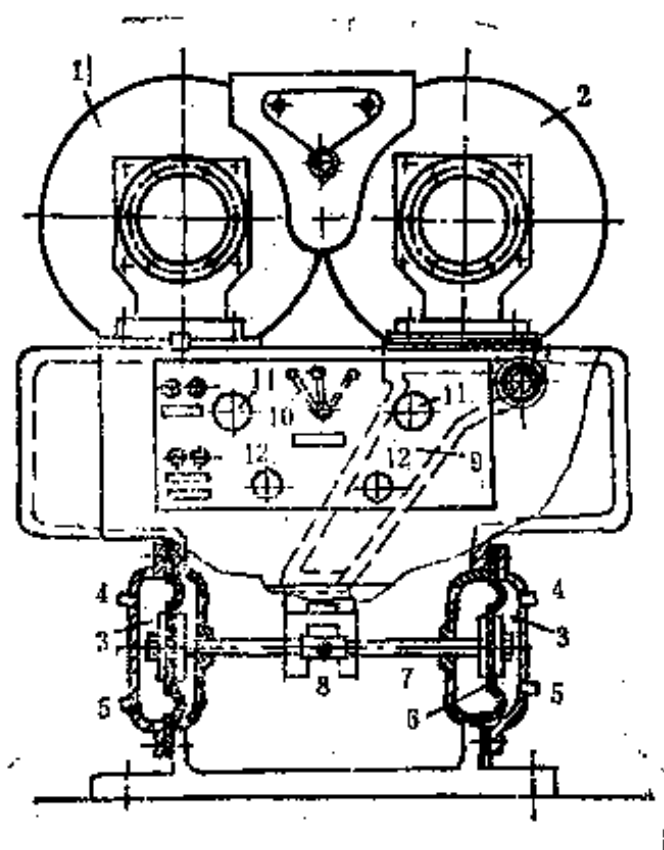


图 10-3-10 薄膜气动加压装置示意图

1—主动辊 2—从动辊 3—加压气室 4—压缩空气入口 5—压缩空气出口 6—膜片 7—顶盘杆 8—活动支点 9—杠杆 10—开关 11—压力表调压阀

操作和特点：

① 由压缩空气机向加压气室内供给压缩空气，通过膜片、顶盘杆、活动支点和杠杆等而使从动辊向主动辊加压或减压。

② 结构简单，操作方便。

③ 采用活塞式气动加压方式存在密封问题，可能产生压力波动或泄漏损失，而薄膜式气动加压方式不存在这些问题。

(8) 活动弧形辊

在近代的水平辊式表面施胶装置中装有活动弧形辊，它可安装在纸幅出施胶辊至进入烘缸的位置。活动弧形辊的结构示意图如图 10-3-11 所示。

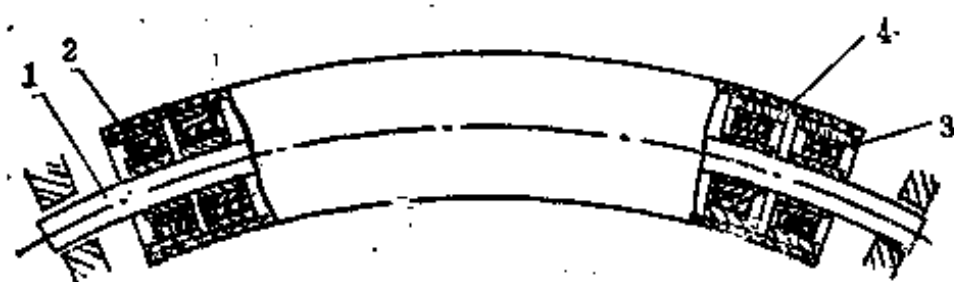


图 10-3-11 活动弧形辊结构示意图

1—弯轴 2—橡胶套筒 3—螺旋管 4—滚珠轴承

结构和作用：

①若干滚珠轴承固定在弯轴上，轴承上套有螺旋管式的套筒组成轴承组合，这样轴承的外座圈可以自己转动而内座圈固定在轴上。

②橡胶套管是套在螺旋管式的套筒上，而可随轴承外座圈的转动而转动。这样，当弧形辊转动时橡胶套筒收缩及扩张。

③弯轴固定在机架上，但其固定位置可调节。

④活动弧形辊能使纸幅均匀地向其两个外边缘展开，在均匀分布的张力下，保持纸张平滑无皱纹，同时也起到减少纸幅断头的作用。

3. 水平辊式装置在干燥部的位置

(1) 水平辊式表面施胶装置的安装位置一般位于干燥烘缸总数的 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 之间。如果干燥部有三组烘缸，则表面施胶装置一般安装在 2~3 组之间，如果有四组烘缸，一般安装在 3~4 组之间。

(2) 表面施胶后纸页所需干燥面积约为干燥部总干燥面积的 17~38%，一般多为 25% 左右。

(3) 纸页在出胶辊后至进入烘缸的距离不应太短，否则操作不便和产生施胶后纸页发粘等问题，一般距离不应少于 1.5~

2.0m。

4. 水平辊式装置的应用实例

表 10-3-6

纸张品种	定量 (g/cm ²)	施胶剂	施胶辊的规格 (mm)		位 置	
			主动辊	从动辊	前烘缸数	后烘缸数
薄面报纸	65	氧化淀粉 + 聚乙烯醇	钢管镀铬 φ400×2100	包胶辊 φ400×1100	16	8
书皮纸	120	氧化淀粉 + 骨胶	钢管镀铬 φ400×2400	包胶辊 φ400×2400	16	8
胶版印刷纸	80	羧甲基纤维素	钢管镀铬 φ400×2100	包胶辊 φ400×2100	14	8
晒图原纸	80	氧化淀粉	钢管镀铬 φ400×1400	包胶辊 φ400×1400	14	6
胶版印刷纸	100	氧化淀粉 + 聚乙烯醇	钢管镀铬 φ500×2540	包胶辊 φ500×2540	20	10
白版纸	250	皮胶 + 氧化淀粉	钢管镀铬 φ270×2100	包胶辊 φ280×100	16	9

表 10-3-7

纸张种类	定量 (g/m ²)	纸机车速 (m/min)	施 胶 剂			纸页水分		挂胶量 (g/m ²)
			种 类	配比	浓度(%)	施胶前	施胶后	
薄面报纸	65	110	聚乙烯醇 氧化淀粉	1/3 2/3	2.5	15~20	38~40	0.5~1.0
书皮纸	120	80	氧化淀粉 骨胶	1/2 1/2	2.0	10~12	25~30	0.5~1.0
胶版印刷纸	80	120	羧甲基纤维素	—	0.5	20~25	35~40	0.2~0.3
胶版印刷纸	80	110	氧化淀粉	—	4.0	10~12	28~30	1.0~1.5
胶版印刷纸	150	90	氧化淀粉 聚乙烯醇	2/3 1/3	2.0	9.0	26.6	0.6~0.8
扑克牌面纸	90	105	氧化淀粉	—	4.0	10~12	23.5	1.2~1.5
白纸板	250	50	皮胶 氧化淀粉	3/4 1/4	0.6~0.7	16~18	23.0	1.1~1.5

(1) 水平式表面施胶装置用于生产的规格和位置如表10-3-6所示。

(2) 水平式表面施胶装置用于生产的施胶剂和纸页水分如表10-3-7所示。

(二) 垂直辊式装置

1. 垂直辊式表面施胶装置的型式

(1) 型式一

一种垂直辊式表面施胶装置如图 10-3-12 所示。

1) 特点:

① 两个施胶辊安装在垂直的中心线上，带有加压机构。

② 纸页从辊面上吸取胶液。

③ 辊间压区保留一定的胶液，胶液的重
量由纸页承受，而纸页的水分大小直接影响到其张力强度，所以必须精确控制纸页的水分含量。

④ 在纸页进入施胶装置以前设有一弹簧辊，用以调节纸页的进入角。

⑤ 在纸页离开施胶辊以后，要经过一个伸展辊以除去皱纹。

⑥ 纸页随后进入后一组烘缸进行干燥。

2) 施胶设备

① 上辊是主动辊，由硬质材料制成，可为铜辊、胶辊或花岗岩石辊。

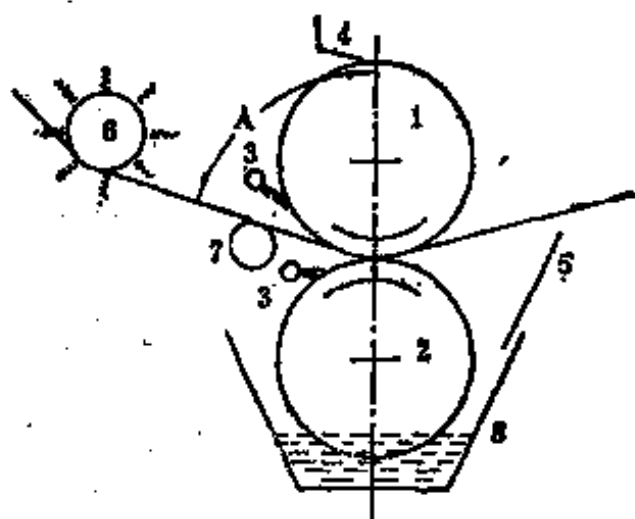


图 10-3-12 一种垂直辊式表面施胶装置示意图

1—上辊 2—下辊 3—喷液管 4—刮刀
5—防溅板 6—弹簧辊 7—伸展辊 8—承胶槽

② 下辊是从动辊，可为包胶辊，橡胶厚度为 25mm，硬度为肖氏 85~88°。

② 施胶辊的中高度是一个重要因素，如中高过大，则纸页在离开施胶辊时中部太紧而两边松弛，但如中高太小，则纸页在离开施胶辊时中部松弛而形成袋状。

垂直辊式表面施胶装置的下辊（软辊）的中高如表 10-3-8 所示。

表 10-3-8

施胶辊直径(mm)	辊长(mm)	中高 (mm)
406	2180	0.31
533	3300	0.38
610	3990	1.02
711	4570	1.27

④ 上下辊间线压力为 55~230N/cm (5.5~23kg/cm)

⑤ 沿上辊和下辊全宽的适当位置，各设有一根喷液管，直接向辊面喷淋胶液。

⑤ 在下辊底部设有承胶槽，用以承接上下辊间挤压出来的胶液。承胶槽也可用于盛放胶液作为施胶槽用，在这种情况下，则应关闭下辊的喷液管。

⑦ 上辊有刮刀装置，下辊侧面设有防溅板。

(2) 型式二

一种垂直辊式表面施胶装置如图 10-3-13 所示。

这种施胶装置具有以下特点：

① 施胶辊的上辊是石辊或铜辊，下辊是包胶辊。

② 在上辊与纸页接触处由喷胶管进行喷胶以对纸页的一面进行表面施胶，而下辊自胶液槽内带上胶液对纸页的另一面进行表面施胶。

⑤ 胶液槽的液位应保持一定的水平，多余的胶液溢流，再重

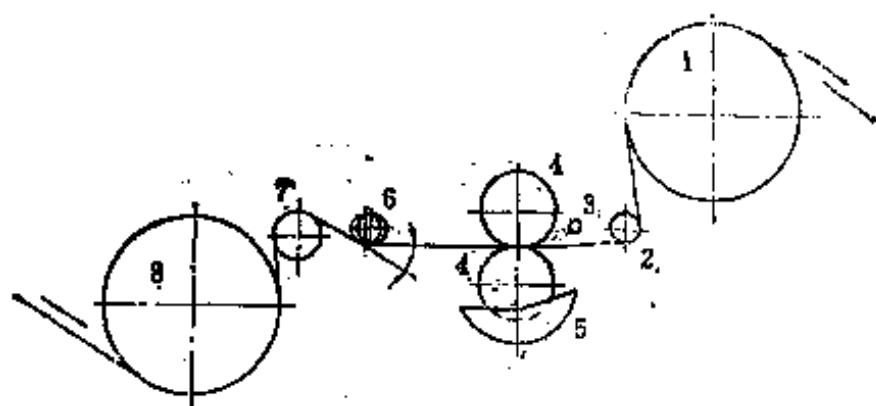


图 10-3-13 一种垂直辊式表面施胶装置示意图

1—带毛毯的烘缸 2—弹簧辊 3—喷胶管 4—施胶辊 5—胶液槽
6—弧形伸展辊 7—储胶辊 8—无毛毯的烘缸

新循环使用。

④ 纸页通过施胶辊后经弧形伸展辊，它可使纸页均匀地展开，保持纸面平滑无皱纹。

⑤ 纸页呈水平形式进出施胶辊。

(3) 型式三

一种垂直辊式表面施胶装置如图 10-3-14 所示。

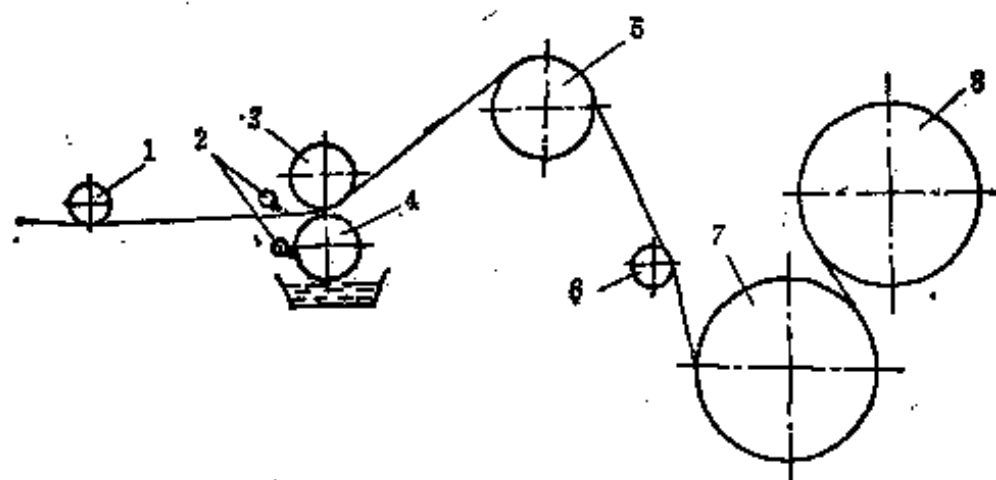


图 10-3-14 一种垂直辊式表面施胶装置示意图

1—弹簧辊 2—喷胶管 3—施胶辊(石质) 4—施胶辊(软胶) 5—不加热的储胶烘缸 6—弧形伸展辊 7—无毛毯的干燥烘缸 8—带毛毯的干燥烘缸

这种施胶装置具有如下特点:

- ① 施胶辊的上辊是石辊, 下辊是软胶辊。
- ② 胶液自喷胶管喷至下辊的辊面上, 随后再均匀分布在纸面上。而多余的胶液流入胶液槽再重新使用。
- ③ 经过表面施胶的纸页先通过一个直径较小的不加热的镀铬烘缸, 它起着导辊和伸展的作用。

2. 垂直辊式和水平辊式表面施胶的比较

- (1) 两者的操作都简单, 引纸均较方便。
 - (2) 水平辊式由于胶液具有一定的压头, 所以可采用较高浓度的施胶液。生产实践也说明用水平辊式可以施加较浓的胶液。
- 垂直辊式和水平辊式的压区存留胶液情况如图10-3-15所示。

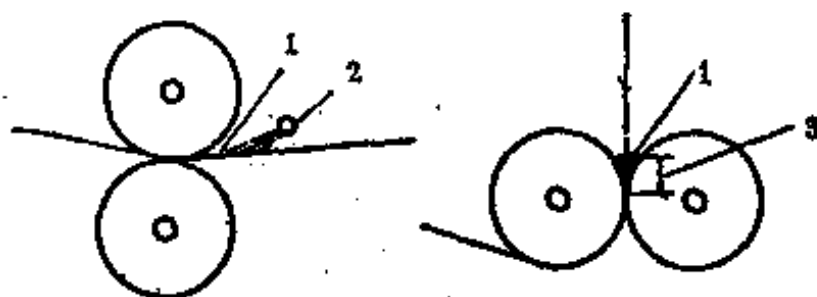


图 10-3-15 垂直辊式和水平辊式的压区存留胶液情况示意图

1—胶液 2—喷胶管 3—静压头

从图中可看出, 在垂直辊式中, 胶液的深度很浅, 而胶液进入纸页仅由于吸收作用和辊间压区的速度压力所致。但在水平辊式中, 不仅辊间压区完全浸没于胶液中, 而且还有静压头在起作用。

(3) 水平辊式的纸页只承受本身的重量, 不像垂直辊式的纸页有时因支承胶料而形成的袋形, 这样减少了纸页在引纸过程中的张力, 断头机会少。

(4) 水平辊式的纸页张力控制不必像垂直辊式的那样严格。

(5) 水平辊式的纸页两面施胶时间一致, 胶料液面一致, 两面施胶量一致。

(三) 倾斜辊式装置

倾斜辊式表面施胶装置目前应用得已较为广泛，它具有如下的优点：

(1) 引纸方便，适合于高速纸机的操作。

(2) 未干燥的湿纸页进入倾斜式表面施胶装置比进入水平式的所受到的张力较小，从而成纸的变形较小。

1. 型式一

一种倾斜辊式表面施胶装置如图 10-3-16 所示。

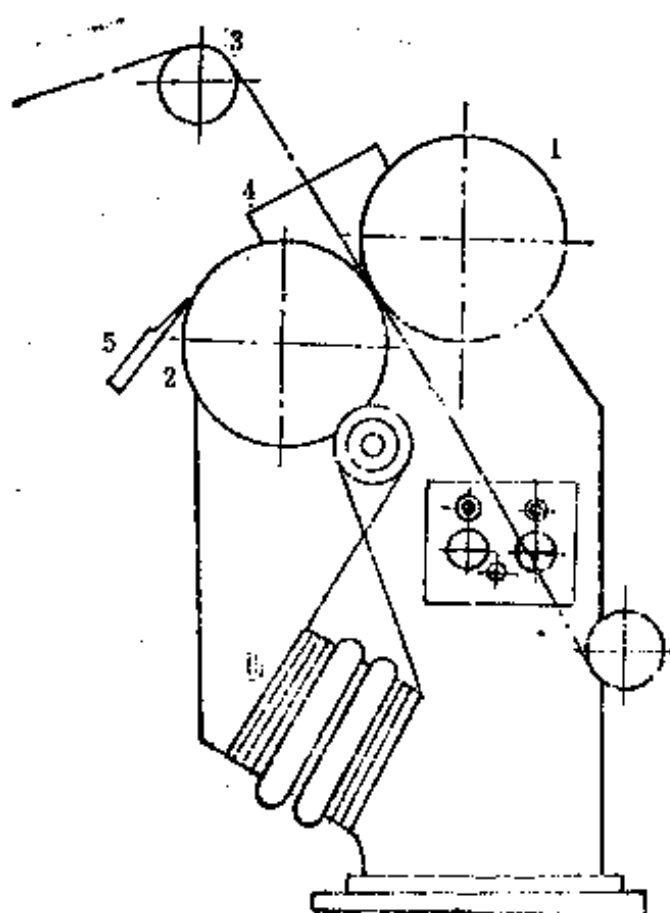


图 10-3-16 一种倾斜辊式表面施胶装置示意图

1—主动施胶辊(镀铬) 2—被动施胶辊(胶面) 3—导辊 4—挡胶板
5—刮刀 6—加压装置

这种施胶装置有以下特点：

① 这种表面施胶设备是由一对斜列成 30° 的施胶辊组成。

② 镀铬施胶辊为主动辊，胶面施胶辊为被动辊，根据生产需要两辊也可对调使用。

③ 这种表面施胶设备引纸操作方便，能够适应高速纸机的需要，且因纸页与两辊相切，包角都为零，避免了纸页包绕压辊再从辊上剥离时在纸表面产生花纹。

2. 型式二

一种倾斜辊式表面施胶装置如图 10-3-17 所示。

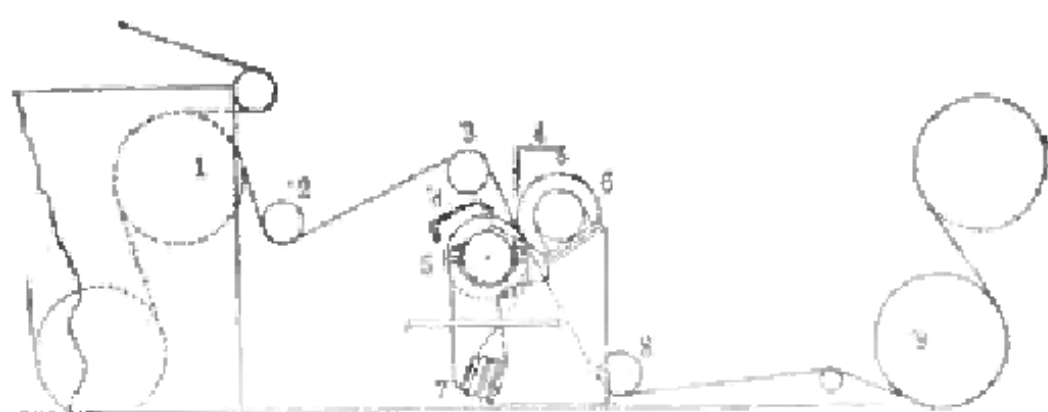


图 10-3-17 一种倾斜辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—导辊 4—喷胶管 5—施胶辊(包胶) 6—施胶辊(石质) 7—加压装置 8—伸展辊 9—烘缸

这种施胶装置有以下特点：

- ① 施胶辊间的线压力可以调节。
- ② 引纸较为方便，适用于高速纸机。
- ③ 施胶剂用量易于控制。
- ④ 适用于生产高级薄纸，如字典纸、经典著作用纸的表面施胶。

3. 型式三

一种倾斜辊式表面施胶装置如图 10-3-18 所示。

这种夹角为 60° 的倾斜辊式表面施胶装置的规格尺寸如表 10-3-9 所示。

这种施胶装置有以下特点：

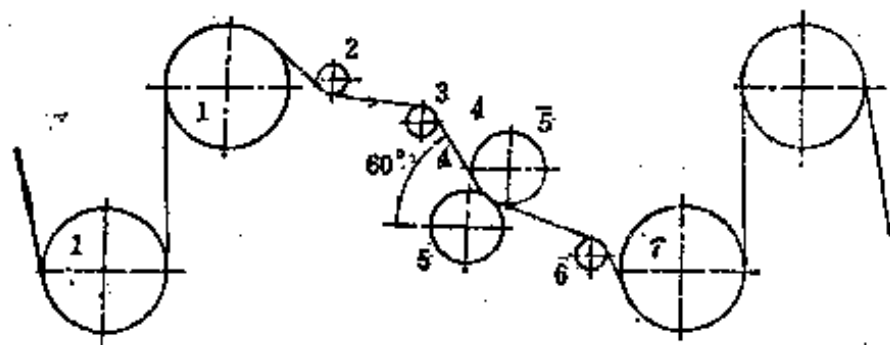


图 10-3-18 一种倾斜辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—伸展辊 4—喷胶管 5—施胶辊 6—伸展辊 7—镀铬烘缸

表 10-3-9

项 目	直径 (mm)	宽度 (mm)	备 注
烘缸	1500	2000	表面施胶后的烘缸的前两个为镀铬烘缸
上施胶辊	435	2000	
下施胶辊	460	2000	

① 两个施胶辊安装倾斜度较大,两个辊的中心面和水平面之间的夹角约为 60° ,引纸操作较方便。

② 进施胶前的纸页水分最好控制在 $10\sim 12\%$ 。

③ 如果纸页经表面施胶后产生皱折,可由伸展辊来展平。

④ 本设备适用于一般文化用纸的表面施胶,施胶剂可采用氧化淀粉;聚乙烯醇=1:1,操作车速可为 $200\text{m}/\text{min}$ 。

(四) 门辊式装置

门辊式装置最早用于纸张的涂布,随后发展至应用于纸张的表面施胶。这种装置可对纸页进行一面表面施胶或两面表面施胶,其特点是可使用较高粘度的施胶液,即施胶量可以加大。

门辊均为水平的,而纸页通过的施胶辊有呈垂直或倾斜的两种型式。

1. 型式一

一种门辊式表面施胶装置如图 10-3-19 所示。

这种施胶装置有以下特点：

① 适用于对纸张的一面进行表面施胶或表面涂布。

② 可使用较高粘度的施胶液。

③ 胶液首先注入在外门辊和内门辊之间，这样在内门辊上就附有一层胶液，它随即转至施胶辊上，再转至纸页上。

④ 外门辊的线速度为纸机车速的 10~15%，内门辊的线速度则为纸机车速的 60~70%。

⑤ 如用于生产纸板，则进入表面施胶装置的纸板干度为 80%。

⑥ 也可用于纸和纸板的机外表面施胶。

2. 型式二

一种施胶辊呈倾斜的门辊式表面施胶装置如图 10-3-20 所示。

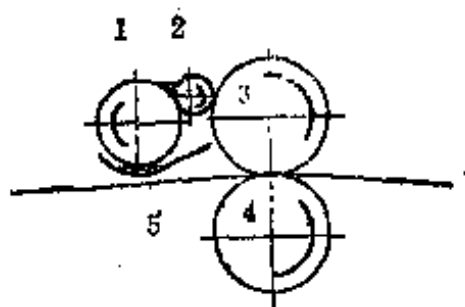


图 10-3-19 一种门辊式水平表面施胶装置示意图

1—外门辊(包胶) 2—内门辊(钢质) 3、4—施胶辊(包胶) 5—胶液槽

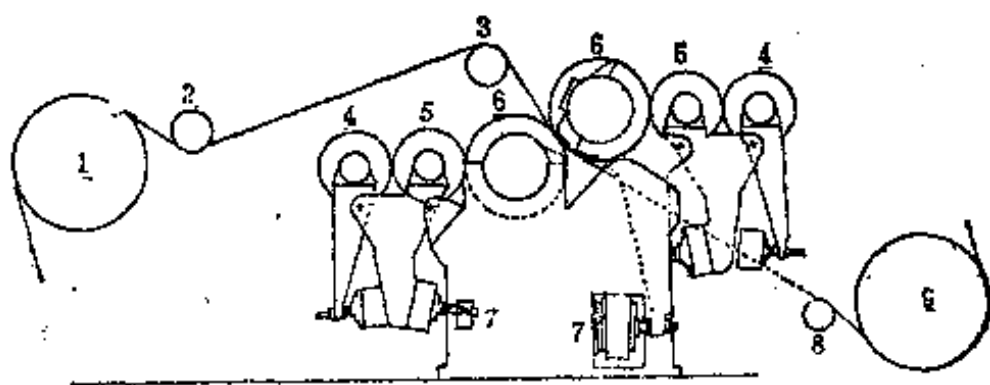


图 10-3-20 一种门辊式倾斜表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—导辊 4—外门辊(包胶) 5—内门辊(钢质)
6—施胶辊(包胶) 7—加压装置 8—弹簧辊 9—烘缸

这种施胶装置有以下特点:

- ① 较为先进,也是对纸张两面进行表面施胶或表面涂布的。
- ② 可使用较高粘度的施胶液。
- ③ 引纸较为方便。
- ④ 外门辊的线速度为纸机车速的 22~50%,内门辊的线速度则为纸机车速的 50~90%。
- ⑤ 也可用于纸和纸板的机外表面施胶。

三、槽法表面施胶

槽法表面施胶是用施胶槽来盛放胶液,而使纸幅在槽内浸过,以达到表面施胶的目的。纸幅和胶液的接触时间视纸机车速、施胶槽的大小和每次纸幅被浸渍面积的大小而定。

槽法表面施胶多用于机内表面施胶,也用作机外表面施胶。

槽法表面施胶也多配有辊式施胶压榨,以挤下多余的胶液。

通常槽法表面施胶多用于纸面需要高度施胶的高级纸类,其特点是挂胶量较高,但同时也适用于轻、中、重等三种不同挂胶量的纸种。由于这种方法较为陈旧,近年来已有被辊式表面施胶取代的趋势。

(一) 机内槽法表面施胶

机内槽法表面施胶是指将施胶槽安设在造纸机干燥部中间的施胶方法,即纸幅经过前部烘缸干燥后进入施胶槽,经表面施胶后再进入后部烘缸获得干燥。

一些机内槽法表面施胶装置也适用于机外槽法表面施胶。

1. 型式一

一种带三辊压光机的槽法表面施胶装置如图 10-3-21 所示。

(1) 特点

- ① 这种表面施胶装置位于纸机干燥部约 $\frac{2}{3}$ 的位置。

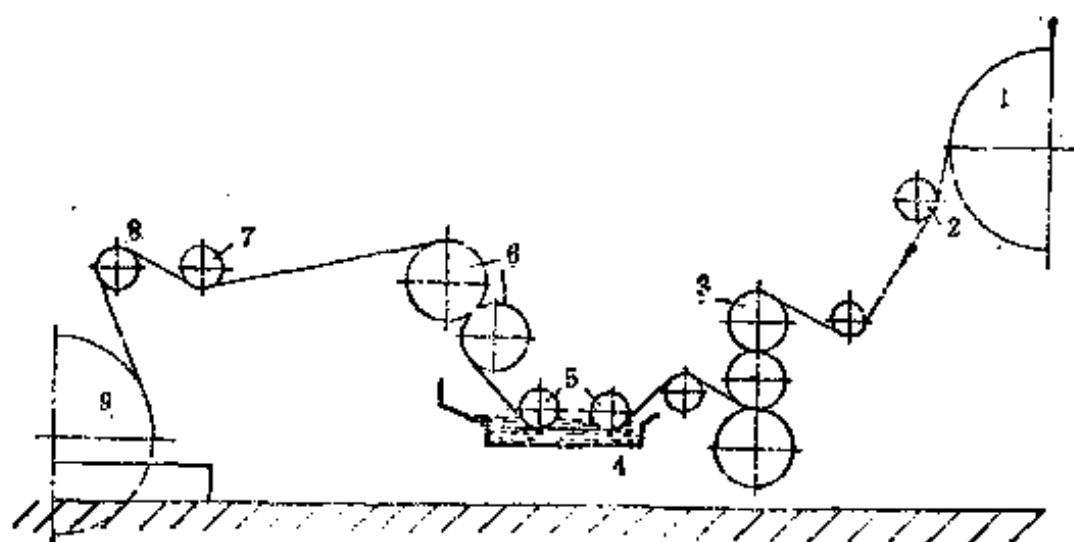


图 10-3-21 一种槽法表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧伸展辊 3—三辊压光机 4—施胶槽 5—浸胶辊
6—施胶压榨辊 7—伸展辊 8—弹簧伸展辊 9—镀铬烘缸

② 湿纸页经过前部烘缸干燥后（水分含量约 5~8%），通过表面施胶前的三辊压光机，压平纸面，并排出纤维间隙中的空气后，经弹簧伸展辊将纸页展平拉直。

③ 纸页随后进入施胶槽，并通过两个浸胶辊的下面带上胶液，再经过施胶压榨辊挤出纸表面多余的胶液，而使纸页附上所需要的胶料。

④ 纸页随后再经过两个伸展辊，保持纸面平整进入后部烘缸干燥，成纸水分约 5~7%。

⑤ 前部烘缸的个数是 14 个。后部烘缸的个数是 8 个。

(2) 施胶设备

① 施胶槽：施胶槽的规格尺寸如表 10-3-10 所示。

表 10-3-10

项目	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)	材 料
施胶槽	1805	2414	200	内层是钢板，外层是不锈钢板

施胶槽装有夹套，可向夹套内通入热水以加热胶液。利用热水，使槽内胶液保持至所需要的温度。

② 浸胶辊：两个浸胶辊（直径 250mm，辊宽2180mm）位于施胶槽的中间，其作用是使纸页平整地通过施胶槽内的胶液。浸胶辊是包硬橡胶的，它悬在机架上，并有滑道可以前后移动。根据施胶量的要求，调节两个辊的距离（即调节纸页在胶液中浸渍的时间），以达到需要的表面施胶程度。

③ 施胶压榨辊：一对施胶压榨辊的规格尺寸如表 10-3-11 所示。

表 10-3-11

	材 料	直径 (mm)	辊长 (mm)	硬 度	中高度
上压辊	软橡胶辊	450	2180	肖氏硬度70°	—
下压辊	硬橡胶辊	400	2180	肖氏硬度75°	0.245mm

施胶压榨辊的加压起落采用油压装置。

④ 弹簧伸展辊：弹簧伸展辊是包铜的，辊面带有凹沟螺纹将纸页展平拉直向前运行。

⑤ 领纸带：领纸带是由两条皮带通过滑轮转动，装在操作面。开机时将纸头夹在两条皮带之间，由施胶槽前带着纸页通过胶液，经过施胶压榨，再进入后部烘缸。

⑥ 烘缸：后部烘缸的前两个缸应是表面镀铬的，生产时的温度也应较低，并且不用干毯，使纸页自由通过。

(3) 操作和注意事项

① 在造纸机准备开车前，应将施胶槽内注满胶液，向胶槽夹套内热水管中通入热水，以使施胶槽内的温度保持在 $45 \pm 2^\circ\text{C}$ ，过高和过低均会影响胶液的粘度，致使挂胶量不稳定。

② 在正常生产中，由于进入施胶槽的经初步干燥过的纸页带来一定的热量，致使胶液温度升高，这时可向胶槽夹套内停止通入或稍许通入热水，以保持施胶槽内胶液的温度恒定为准。

③ 胶液应保持清洁，并连续添加至施胶槽内，多余的胶液溢

流出。

④ 溢流出的胶液应定期泵回,经过滤处理后再流入贮液槽进行循环使用。

⑤ 浸胶辊应定期用热水冲洗,以保持辊面清洁。

⑤ 施胶槽也应定期用热水冲洗,以保持施胶槽的清洁。

2. 型式二

一种槽法表面施胶装置如图 10-3-22 所示。

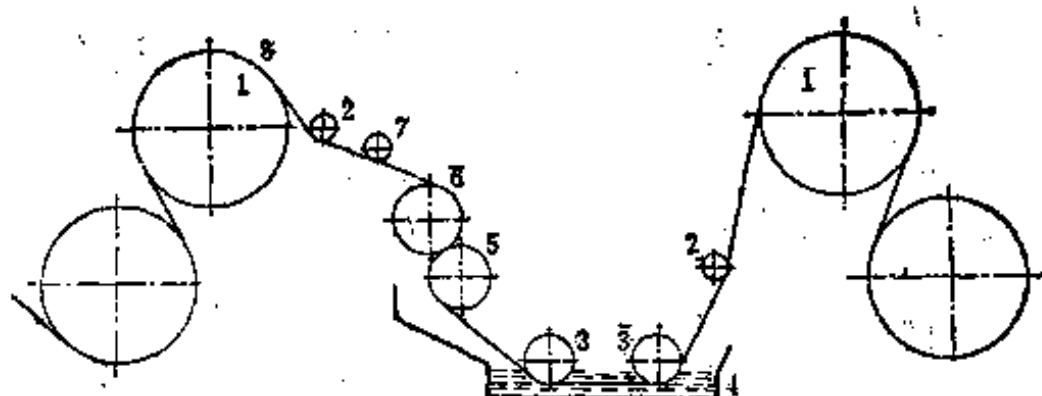


图 10-3-22 一种槽法表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧伸展辊 3—浸胶辊 4—施胶槽 5—下压榨辊
6—上压榨辊 7—伸展辊 8—镀铬烘缸

(1) 特点:

① 这一装置不使用三辊压光机。

② 纸页出施胶槽后自上烘缸进入后部烘缸。

⑤ 后部烘缸的前两个缸应是表面镀铬的,生产时的温度也应较低,并且不用干毯,使纸页自由通过。

(2) 生产实例:

某厂用这种设备对定量为 $80\text{g}/\text{m}^2$ 的胶版印刷纸进行表面施胶,造纸机车速为 $150\text{m}/\text{min}$,施胶液用氧化淀粉,其生产实例条件如表 10-3-12 所示。

3. 型式三

一种槽法表面施胶装置如图 10-3-23 所示。

表 10-3-12

项	目	条	件
胶液浓度		2.0%	
胶液温度		45℃	
挂胶量		1.0g/m ²	
进施胶槽前纸页水分		4.9%	
出施胶槽后纸页水分		20.8%	

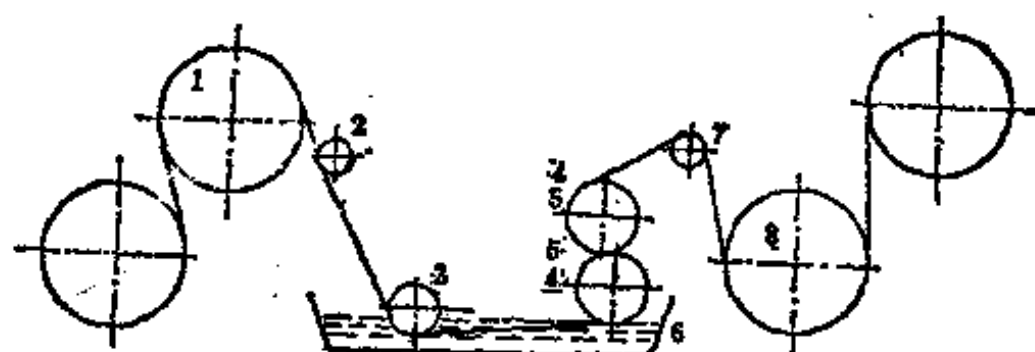


图 10-3-23 一种槽法表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧辊 3—施胶辊 4—上压辊 5—下压辊 6—施胶槽 7—导辊 8—烘缸

(1) 特点

① 施胶辊约三分之一浸在胶液中，施胶的纸页进入施胶辊的下部在胶液中进行一相当距离后才露出胶液的液面，为此挂胶量也较大。

② 下压辊的位置是其底部仅少许高出胶液的液面。

③ 施胶后的纸页离开压辊至进入烘缸的距离也较长，约2030mm，纸页自行干燥，以免粘缸。

④ 施胶前的干燥烘缸数为16个，施胶后的干燥烘缸数为8个。

⑤ 施胶后的第一和第二烘缸的温度较低。

(2) 生产实例

用这种设备生产晒图原纸的表面施胶的工艺条件实例如表10-3-13所示。

表 10-3-13

项 目	条 件
纸张定量	75g/m ²
车速	120m/min
施胶液	羧甲基纤维素胶液
胶液浓度	0.5%
胶液温度	35~40℃
挂胶量	0.3g/m ²
进施胶槽以前纸页水分	10%
出施胶槽以后纸页的水分	25%

4. 型式四

一种国外的槽法表面施胶装置如图 10-3-24 所示。

这种施胶装置有以下特点:

① 纸首先通过一个可加热的胶液槽。

② 纸浸胶的深度,也就是浸胶距离的长度可以通过一个可摆动的浸胶辊来调节。

③ 纸在胶液槽中的浸胶深度,即 在其中的停留时间应视纸的吸收能力和所需要的吸附量而定。

④ 胶液吸附量也受到纸机速度的影响。

⑤ 由一对压辊挤压出多余的胶液,这部分胶液流入承胶槽还可以循环使用。

⑤ 本设备也可用作机外表面施胶。

5. 型式五

一种多浸胶辊的槽法表面施胶装置如图 10-3-25 所示。

这种施胶装置有以下特点:

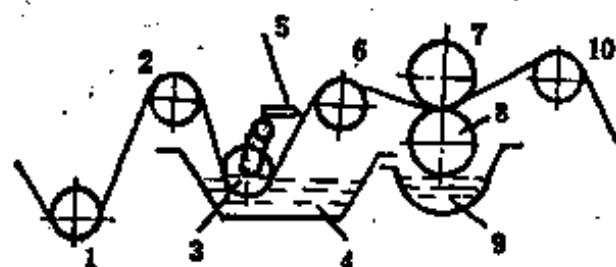


图 10-3-24 一种槽式表面施胶装置示意图

1—导辊 2—弹簧辊 3—可摆动的
浸胶辊 4—胶液槽 5—木质刮刀
6—导辊 7—上压辊 8—下压辊
9—承胶槽 10—弹簧辊

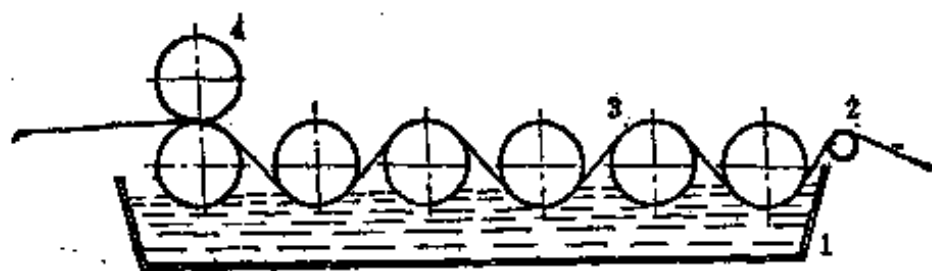


图 10-3-25 一种多辊槽法表面施胶装置示意图

1—胶液槽 2—导辊 3—浸胶辊 4—压辊

- ① 浸胶辊的个数较多，设备较复杂。
- ② 纸页几次穿过胶液槽，为此挂胶量较高。
- ⑤ 本设备也可用于机外表面施胶。

（二）机外槽法表面施胶

机外表面施胶是指纸张在造纸机抄成后，将纸卷卸下，而再转到另一组单独的施胶装置来完成表面施胶。

机外表面施胶由于工艺过程复杂，在一般情况下很少使用，而仅个别应用在具有特殊要求的高级纸，如证券纸和钞票纸以及一些特种纸，表面施胶剂多用动物胶或聚乙烯醇。

机外表面施胶的装置可用槽式或辊式，而多采用槽式表面施胶装置。

机外表面施胶后的纸页的干燥可用烘缸或干燥室等干燥装置。

一些机外槽法表面施胶装置同样适用于机内槽法表面施胶。

1. 型式一

一种机外槽法表面施胶装置如图 10-3-26 所示。

这种施胶装置有以下特点：

- ① 适用于挂胶量要求较高的特种纸的表面施胶，施胶剂可选用浓度较高的聚乙烯醇溶液。
- ② 有两个施胶槽，其目的是可以使纸页挂上更多的胶液。

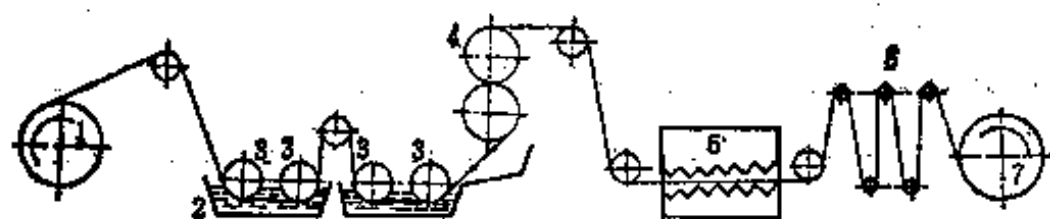


图 10-3-26 一种机外槽法表面施胶装置示意图

1—纸卷 2—施胶槽 3—浸胶辊 4—施胶压榨辊 5—热风干燥室
6—挂杆干燥装置 7—成品纸卷

③ 纸卷从造纸机上卸下以后,先存放一定时间送往机外表面施胶装置。

④ 从纸卷引出的纸页先经过两个施胶槽挂上胶料,随后进入干燥室用热风进行预干燥,再至挂杆装置使纸页进一步干燥后再行卷取,即制得成品纸张。

2. 型式二

一种机外槽法表面施胶装置如图 10-3-27 所示。

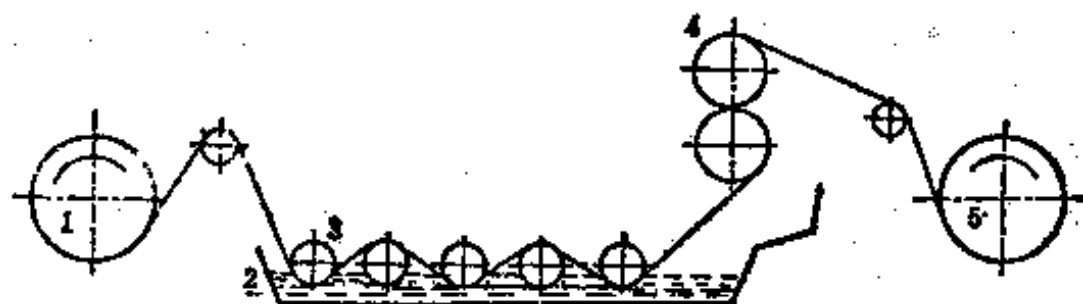


图 10-3-27 一种机外表面施胶装置示意图

1—纸卷 2—施胶槽 3—浸胶辊 4—施胶压榨辊 5—纸卷

这种施胶装置有以下特点:

① 本装置适用于挂胶量要求较高的特种纸的表面施胶,施胶剂可选用浓度较高的白明胶或聚乙烯醇溶液。

② 本装置有一个施胶槽,其内装有几个浸胶辊。施胶槽较长,可达 3.5 m,目的也是使纸页挂上更多的胶液。

⑤ 纸页离开胶液后进入施胶压榨辊挤去过多的胶液,随后进

行预卷取。

④ 预卷取的目的是使胶料进一步被吸收，并渗透到纸页内部，以保证纸面胶料在干燥后不致发生龟裂。预卷取后 2 小时，再通过 30~35℃ 热风的干燥室使纸幅得到缓慢的干燥，最后卷取而制得成品纸张。

3. 型式三

一种机外槽法表面施胶装置如图 10-3-28 所示。

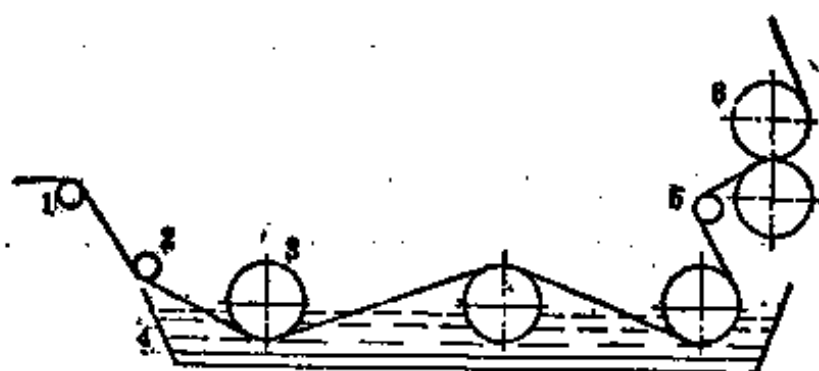


图 10-3-28 一种机外槽法表面施胶装置示意图

1—弹簧辊 2—导辊 3—施胶辊 4—胶液槽 5—伸展辊 6—压榨辊

这种施胶装置有以下特点：

- ① 成纸经过弹簧辊进入胶液槽。
- ② 胶液槽有夹套，向其内通入蒸汽对胶液进行间接加热。
- ③ 槽内有一个或更多的施胶辊。
- ④ 施胶辊是用黄铜制成。
- ⑤ 压榨辊使用一定的压力，以挤压出多余的胶液。
- ⑥ 机外施胶后的纸张是用热风或干燥烘缸进行干燥。

四、单缸和双缸纸机的表面施胶

(一) 单缸纸机的表面施胶

对于一些光泽度要求较高的单面光纸，如条纹牛皮纸，条纹

柏油原纸已成功地应用了单缸纸机进行表面施胶，以达到提高纸张光泽度的目的。另外，对于一些强度要求高的薄纸，如导火线纸，也成功地应用了单缸纸机进行表面施胶，以达到提高纸张强度的目的。

1. 水平辊式表面施胶

单缸纸机的水平辊式表面施胶是指施胶辊与纸机的上压榨辊大体成水平排列，纸页通过施胶辊挂上胶料后进入烘缸。

单缸纸机水平辊式表面施胶的施胶剂多使用褐色松香胶，用以提高纸张表面的光泽度。

(1) 型式一

一种水平辊式表面施胶装置如图 10-3-29 所示。

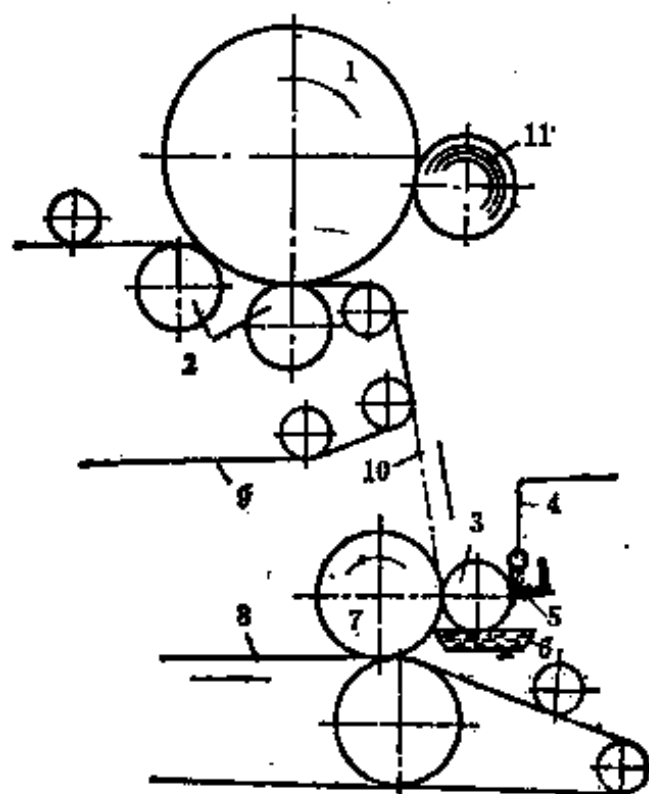


图 10-3-29 一种水平辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—托辊 3—施胶辊 4—喷胶管 5—塑料刮板 6—回收胶液槽 7—上压榨辊 8—下毛毯 9—上毛毯 10—纸页 11—纸卷

1) 特点:

① 紧靠上压榨辊的施胶辊是橡胶辊，要求较软，其硬度一般

在 $40\sim 50^{\circ}$ (肖氏), 多为 45° (肖氏)。施胶辊的直径一般为 $250\sim 350\text{mm}$, 宽度根据纸页抄宽而定, 一般比抄宽宽出约 160mm 。

② 施胶辊有进退装置, 当纸机开车前或纸页断头时, 使施胶辊离开上压辊, 待生产正常后再将施胶辊压向上压辊。

③ 塑料刮板是向施胶辊上挂胶的主要装置, 它随同施胶辊一起移动。

生产时在压力下, 塑料刮板紧靠施胶辊, 并有适当的弯曲, 从而包住施胶辊。这样当自胶液管注入胶液时, 就在施胶辊和塑料板之间形成一个胶液槽。

2) 生产实例: 某厂装有这种表面施胶装置生产条纹柏油原纸的工艺条件实例如表 10-3-14 所示。

表 10-3-14

项	目	指	标
纸张定量		34g/m^2	
纸机车速		100m/min	
施胶液		褐色松香胶	
胶液温度		$20\sim 30^{\circ}\text{C}$	
胶液浓度		$0.5\sim 0.7\%$	
挂胶量		$0.58\sim 0.75\text{g/m}^2$	
光泽度提高		约 10%	
进施胶槽前纸页水分		$72\sim 73\%$	
出施胶槽后纸页水分		$74\sim 75\%$	

3) 优缺点:

① 结构简单, 安装方便。

② 操作容易掌握, 纸幅的表面施胶也较均匀。

③ 用刮板装置对施胶辊有磨损, 并且要定期更换刮板。

④ 在刮板和施胶辊之间有时挤有纤维, 造成漏液现象, 易出纸病。

(2) 型式二

一种门辊水平式表面施胶装置如图 10-3-30 所示。

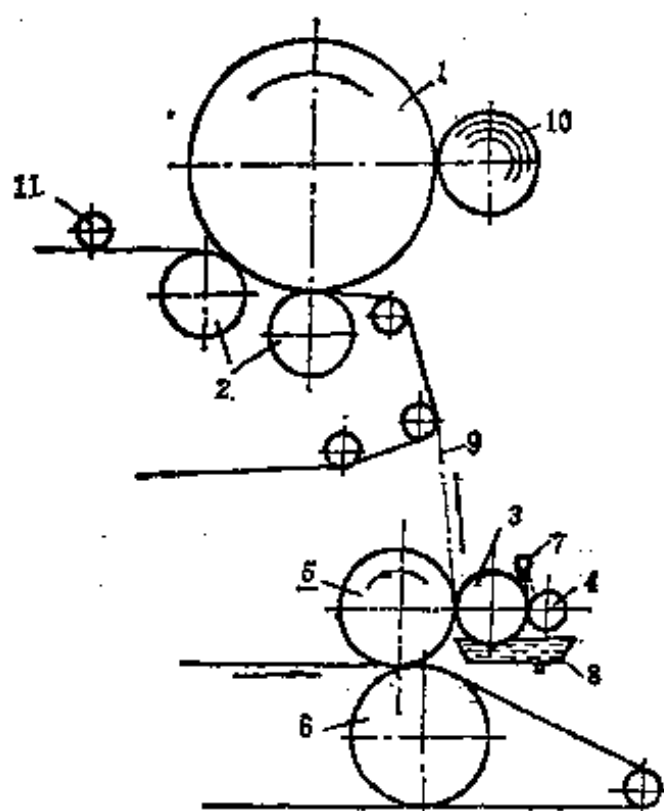


图 10-3-30 一种门辊水平辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—托辊 3—表面施胶辊 4—分布辊 5—上压榨辊
6—下压榨辊 7—喷胶管 8—承胶槽 9—纸幅 10—纸卷

这种施胶装置有以下特点：

- ① 胶液喷至施胶辊和分布辊之间，再由施胶辊带走压在纸幅上。
- ② 施胶辊是软胶辊，硬度约 45° (肖氏)，分布辊和上压榨辊均为金属辊。
- ③ 挂胶比较均匀。
- ④ 承胶槽内带有小纤维的胶液自上口溢流出，经过过滤后再反复使用。

2. 垂直辊式表面施胶

单烘缸纸机的垂直辊式表面施胶主要用于长纤维制得的薄纸，例如导火线纸的表面施胶，施胶剂可采用聚乙烯醇，其浓度较高，挂胶量也较高，可达 10%，从而制得强度相当高的导火线

纸。

单烘缸纸机的垂直辊式表面施胶装置主要有两种型式。

(1) 型式一

一种垂直辊式表面施胶装置如图 10-3-31 所示。

这种施胶装置有以下特点：

① 施胶辊的上辊为胶辊，由烘缸来带动。

② 施胶辊的下辊为金属辊，它从施胶槽内带上胶液，再将胶液转至上施胶辊上。

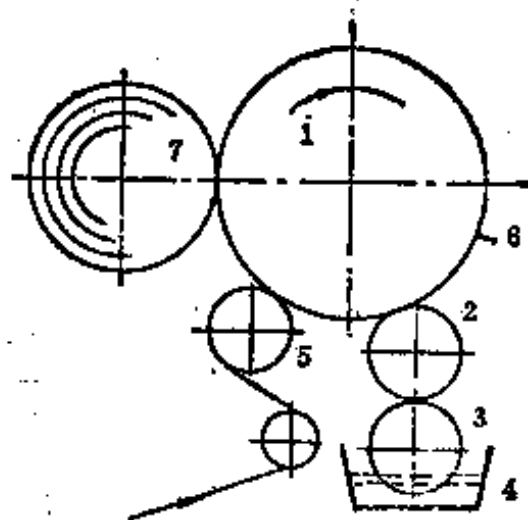


图 10-3-31 一种垂直辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—上施胶辊 3—下施胶辊 4—施胶槽 5—托辊 6—纸页
7—纸卷

③ 纸页自托辊离开毛毯而贴附在烘缸表面上，随后受到表面施胶的作用。

(2) 型式二

一种型式垂直辊式表面施胶装置如图 10-3-32 所示。

这种施胶装置有以下特点：

① 施胶辊的上辊为木质上包毛毯的毛毯辊，直径为 25~30cm，施胶辊的外包毛毯应平整。

② 下辊为金属辊，其两端突出，目的是使毛毯两端不吸胶而仅中间吸胶，以避免纸页粘边。

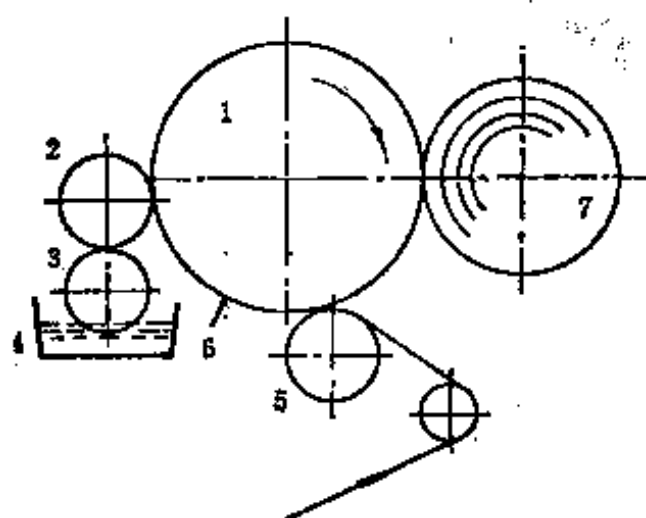


图 10-3-32 一种垂直辊式表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—毛毯辊 3—金属辊
4—施胶槽 5—托辊 6—纸页
7—纸卷

③ 对于导火线纸的表面施胶剂可选用 4% 浓度的聚乙烯醇，对于云母带原纸可选用 5% 浓度的聚乙烯醇溶液。

3. 烘缸表面施胶

单烘缸纸机的烘缸表面施胶装置如图 10-3-33 所示。

(1) 特点

① 施胶作用是通过直接紧靠着烘缸表面的施胶辊来达到目的。施胶辊安设在烘缸刮刀下侧，与烘缸垂直中心线形成 49° 夹角。

② 在施胶辊下方，设有胶液槽，施胶辊浸入胶液的深度约 10mm。

③ 胶液槽盛放的胶液由高位槽（图中未示出）供给，从胶液槽溢流出来的胶液，流送至胶槽，然后用泵将其送至高位槽回用。

④ 施胶辊由烘缸带动回转，并将胶液涂于烘缸表面。

⑤ 湿纸幅与烘缸表面接触，并经托辊挤压，即会在纸面上形成薄层胶膜，在烘缸上得到干燥，取得施胶效应，提高光泽度。

⑥ 施胶辊直径约 120mm，橡胶硬度为 84° (肖氏)

⑦ 在施胶辊上方，设有橡胶刮刀，用以刮除多余的胶料。

(2) 优缺点

① 施胶装置比较简单。

② 施胶装置的位置不好安装，操作也不方便。

③ 不易掌握施胶的均匀性，尤其是在胶料浓度较高的情况

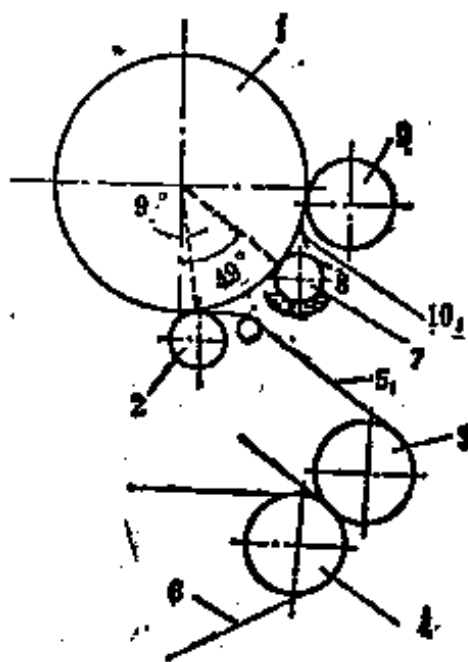


图 10-3-33 烘缸表面施胶装置示意图

- 1—大烘缸 2—托辊 3—上压辊
4—下压辊 5—上毛毯 6—下毛毯
7—施胶辊 8—橡胶刮刀 9—纸卷
10—烘缸刮刀

下。

④ 胶料涂在烘缸上易于干燥，易使纸页脱缸鼓起来。

基于以上原因，近年来，对于单缸纸机主要是为了提高光泽度的表面施胶，多采用水平辊式表面施胶装置。

(二) 双缸纸机的表面施胶

一种双缸纸机的表面施胶装置如图 10-3-34 所示。

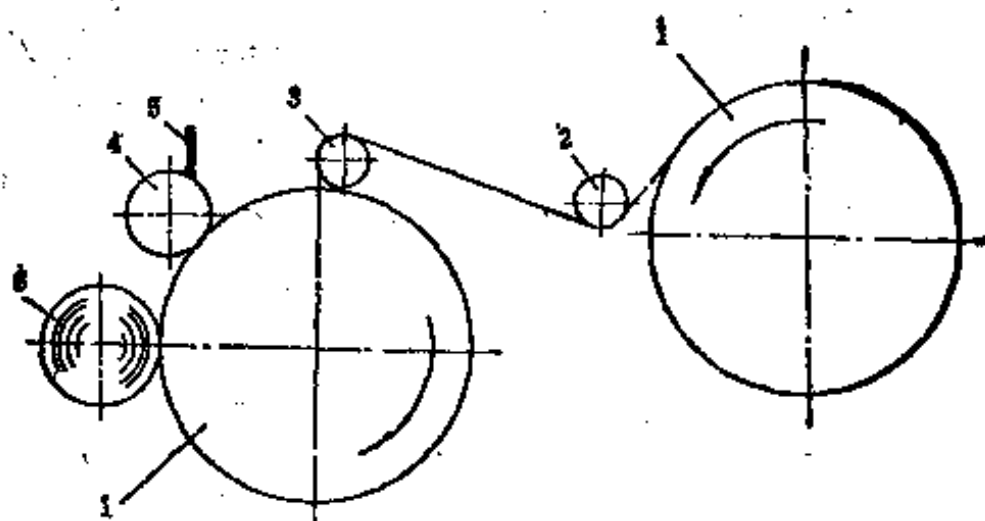


图 10-3-34 双缸纸机的表面施胶装置示意图

1—烘缸 2—弹簧伸展辊 3—烘缸压辊 4—施胶辊 5—喷胶刷
6—纸卷

这种施胶装置有以下特点：

(1) 本装置是对纸页进行单面表面施胶。

(2) 表面施胶是在第二烘缸上进行的，其主要目的是有利于提高纸张的反面平滑度。

(3) 用喷胶刷将胶料喷刷在施胶辊的表面上，胶料随后转移烘缸上，再转移至纸面上完成表面施胶作用。

五、压光机表面施胶

(一) 压光机表面施胶特点

(1) 压光机表面施胶一般只限于厚纸和纸板。

(2) 在压光机上对纸板进行表面施胶不需要有辅助的干燥设备，这是由于纸板在进入压光机时还带有大量潜热，能蒸发掉一部分水分，另外余下的水分可被纸板吸收而不致过分影响到纸板的最终水分含量。

(3) 进入压光机的纸板的水分含量必须较低，例如，对箱纸板进行压光机表面施胶时，进入压光机的箱纸板的水分约为6~8%，则施胶后箱纸板的水分达到9~11%，合乎要求。

(4) 如有可能，在压光机施胶后可加设一组烘缸进行干燥，从而进入压光机表面施胶的纸板的水分可以稍大一些。

(5) 压光机表面施胶一般是在压光机顶辊下面的第二个压光辊开始装设施胶槽的。

(6) 压光机表面施胶的施胶剂可采用淀粉胶、羧甲基纤维素、聚乙烯醇、松香胶和蜡乳液等溶液。

(7) 采用压光机表面施胶后，应维持压光辊的高度光滑和防止腐蚀。

(二) 压光机表面施胶装置

1. 型式一

一种带有一个施胶槽的压光机表面施胶装置如图 10-3-35 所示。

这种施胶装置有以下特点：

① 主要用于对箱纸板的一面进行施加蜡乳液的表面施胶，其特点是可以提高纸板平滑度，稳定耐水度，减少掉毛掉粉和改善外观等。

② 纸页吸附胶液后，以潜热蒸发掉其中水分促使胶液凝聚，从而使胶液牢固地覆盖在纸页的表面上。

③ 随后通过其他压光辊的压光作用，纸页就呈现出光滑而平整的表面，完成了压光机表面施胶的作用。

2. 型式二

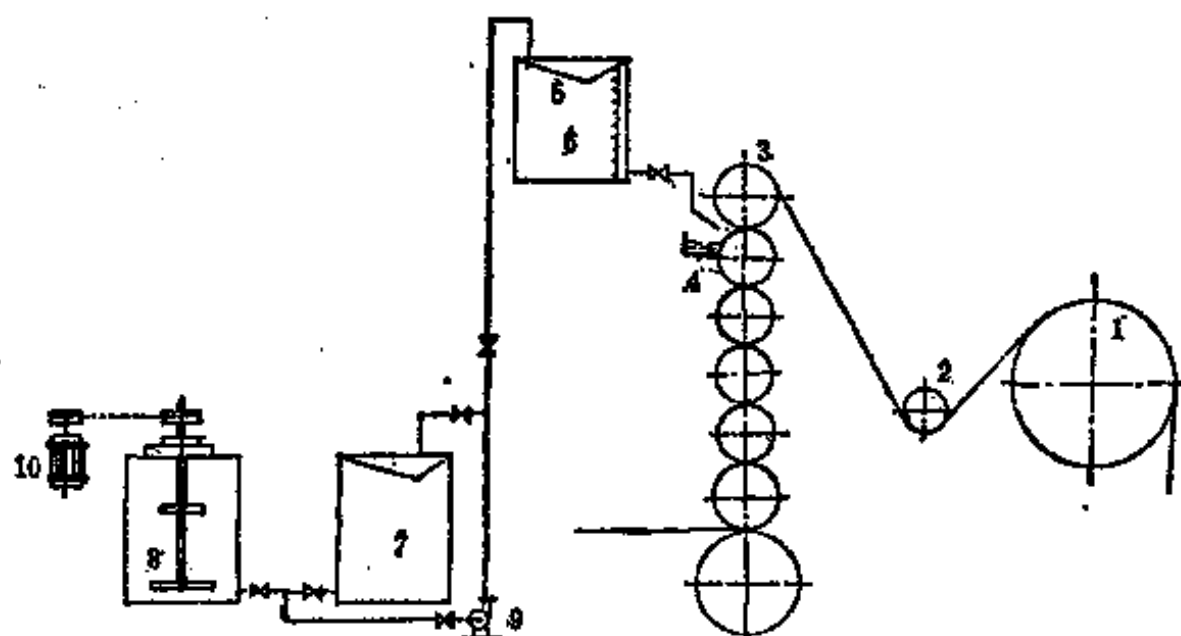


图 10-3-35 一种带一个施胶槽的压光机表面施胶装置示意图

1—干燥烘缸 2—弹簧辊 3—压光机 4—施胶槽 5—过滤用筛网
6—胶液高位槽 7—胶液贮存槽 8—胶料溶解槽 9—泵 10—电动机

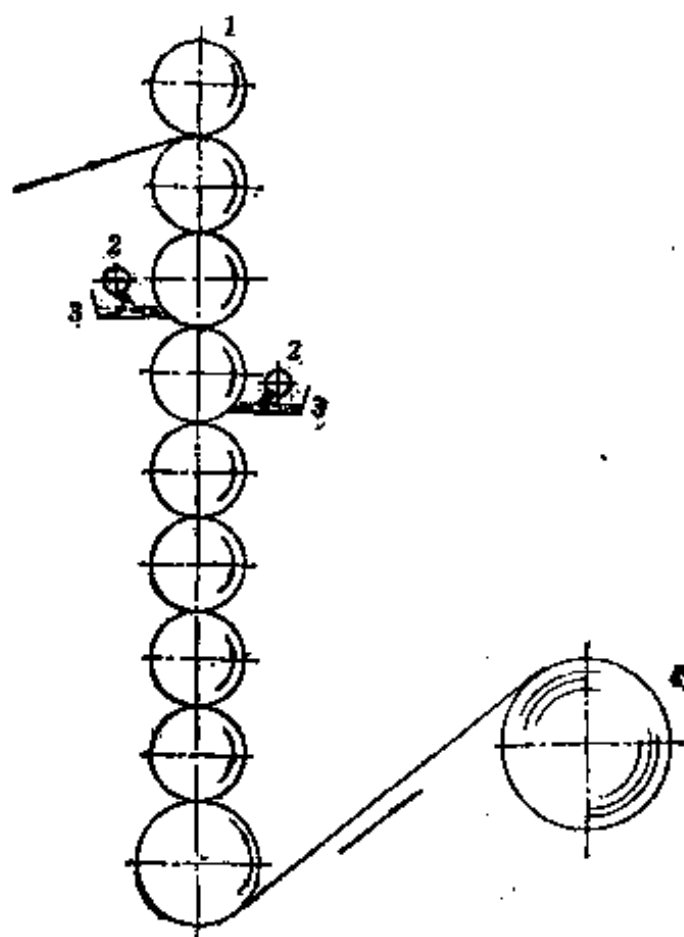


图 10-3-36 一种带两个施胶槽的压光机表面施胶装置示意图

1—压光辊 2—胶液管 3—施胶槽 4—纸卷

一种带两个施胶槽的压光机表面施胶装置如图10-3-36所示。

这种施胶装置有以下特点：

① 两个施胶槽装设在两个相邻的压光辊位置，以对纸板的两面进行表面施胶。

② 使用两个施胶槽，挂胶量要太一些。

(三) 压光机水刮刀表面施胶装置

对一些瓦楞纸板和箱板纸以及一些厚纸的单面或双面表面施胶，可以用安装在压光机中的单侧或双侧水刮刀来进行。水刮刀装置与压光机表面施胶的施胶槽相类似。在水刮刀装置中可以装满水或施胶液，当纸板的表面用水润湿后再经过压光辊的压光，也起到纸面的整饰作用。

一般采用较低粘度的施胶液，并可含有少量颜料和染色剂等。

一种水刮刀装置如图 10-3-37 所示。

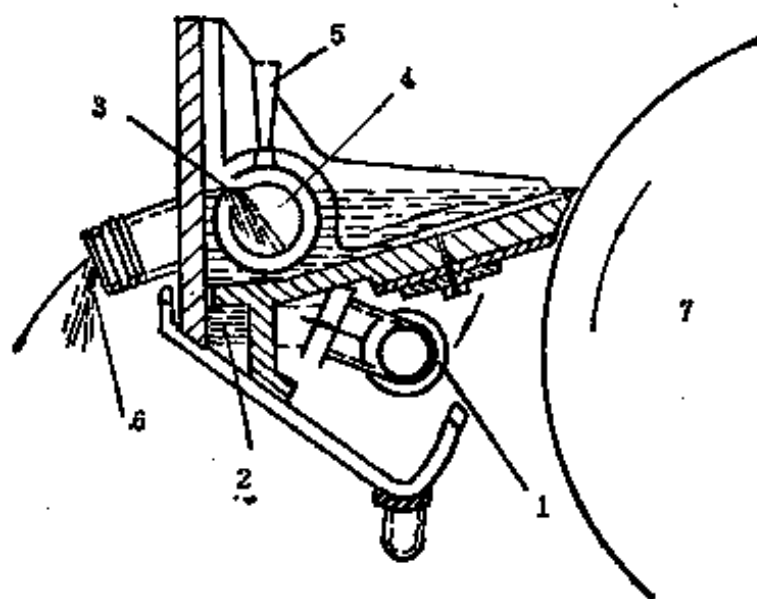


图 10-3-37 一种水刮刀装置示意图

1—给液管 2—缝隙 3—管口 4—旋转管 5—手杠杆 6—溢流管 7—压光辊

这种水刮刀装置是一个长形小槽，它的前壁和底层与压光辊

紧密接触，所以它能阻碍胶液的流出。

胶液通过管 1 流入小槽内，然后通过缝隙 2 装满导管而形成溢流；溢流高度是由手杠杆 5 使管 4 旋转而形成的。

六、喷雾表面施胶

喷雾表面施胶是将胶料用喷雾器喷射在长网纸机网部的已成形的纸页表面上，或刚进干燥部、水分约为 70% 的纸页表面上进行施胶的，即在纸机的某一位置装有悬臂，其上固定着若干喷头。喷头与纸页的距离约为 120mm，距离太近则胶料分散不好，距离太远则胶料喷不到纸面，胶料的喷射方向最好与纸页的运行方向呈 30° 角。

喷雾表面施胶的胶料可采用淀粉胶，松香胶和其他胶料。使用这种方法要注意胶料良好的过滤，并控制好胶料浓度，以免堵塞喷头的喷嘴。

喷雾表面施胶的优点是所用设备较为简单，不用附加更多的烘缸，施胶操作的开启和停止均较方便。缺点是如某一喷头有堵塞情况，则纸页的胶料分布不够均匀。

七、影响表面施胶和挂胶量的因素

1. 纸幅水分含量

① 表面施胶前纸幅水分含量越高，则通过表面施胶时的液体吸收量越低。

② 要保证纸幅能够吸收适量的胶料，纸幅需有一个最合适的水分含量。一般认为，表面施胶前纸幅水分应为 8~12%，如水分在 4% 以下，12% 以上，则施胶效果不好，且应全幅水分均匀一致。对于压光表面施胶，由于施胶后没有干燥装置，为此表面施胶前的水分应低一些。

③ 对于水平辊式表面施胶装置，在一些情况下，如施胶前纸幅水分含量较低，则吸收的液体量大，出表面施胶后的纸幅易于起折子，影响到生产上的正常操作，为此有的情况也将表面施胶前纸幅水分控制到在 20~25%。

2. 纸的内部施胶的影响

纸张的内部施胶的程度与表面施胶时能吸收多少胶料存在着一定的关系。对于生产胶版印刷纸、画报纸等要求具有较高表面强度的纸种，则内部施胶以重施胶为宜，以便使胶料能够更多地保持在纸的表面上。

3. 纸的定量的影响

一般说来，纸的定量与表面施胶的胶料吸收量无关，而与纸的施胶效果有关。但从单位面积纸张的挂胶量来说，如果施胶条件和胶液条件不变，则纸的定量将成为影响表面施胶和纤维的比率的重要因素，定量较大的纸幅比定量较小的纸幅具有较低的胶料和纤维的比率。

4. 纸张紧度和平滑度的影响

纸张紧度与表面施胶剂渗透的速度有关，紧度越大，吸胶量越小。

纸张表面平滑度高，会使纸面产生一层表面薄膜，阻碍表面施胶剂的渗透。

5. 打浆度的影响

纸料的打浆度越高，则抄成的纸幅就越紧密，其吸胶量就越低。

6. 胶液温度的影响

胶液的温度也很重要，过低和过高均不适宜，一般胶液温度维持在 50~60℃。

胶液温度过低，其粘度增大，易于产生挂胶不均匀现象，并且纸幅吸胶量变得很大，有可能使纸幅粘在辊上以及污染机件。

胶液温度过高，对橡胶制的施胶辊不利，有可能产生裂纹的

现象。

7. 胶液浓度的影响

一般说来，增加胶液浓度就会增加胶液粘度和提高胶料吸附量。

用于表面施胶的施胶液浓度，即固体物含量，是根据不同表面施胶设备、表面施胶剂和对施胶低的不同要求来决定的，一般多在1~10%的范围内。

胶液的浓度大体可分为三类，如表10-3-15所示。

表 10-3-15

浓度大小	固体物含量	目的和用途
很低	0~1.25%	主要用于提高纸面整饰度
中等	1.25~5.0%	主要用于提高纸张表面强度和纸张物理强度
较高	5.0~10%	主要用于提高纸张物理强度

8. 胶液粘度的影响

根据生产实践，表面施胶的胶液粘度应控制在一定范围内。如粘度过低，则挂胶量过小。但如粘度过高，则纸幅可能全幅挂胶不均匀。以水平式施胶压辊为例，如两辊之间施胶液粘度过高，随着纸幅不断地行进，则施胶液可能会出现翻浆现象，即胶液上下翻动，造成各部位的液位不一致，以致施胶不均匀。在这种情况下下的补救办法是加水来降低胶液的浓度和粘度。

9. 纸机车速的影响

纸机车速对表面施胶也有影响，如果纸机车速提高一倍，而其他施胶条件不变，则纸幅通过表面施胶装置的时间也将缩短一半。时间与纸幅吸收胶液有关，它不仅影响到挂胶量，而且将会影响胶液在纸幅上的分布状况。另外，纸机车速快，则胶膜干燥得快，从而胶液向纸幅内渗透的时间就相应地有所减少。

10. 干燥的影响

恰当的干燥在表面施胶中也是重要的。对于机内表面施胶，

在施胶后的前两个烘缸应在降低温度下运行，以使纸面上胶膜缓慢形成，并防止纸幅粘附烘缸。另外，为了预防纸幅粘缸，在施胶后的前两个烘缸应采用镀铜或镀铬烘缸，或采用镀上一层含氟树脂的烘缸，并且这两个烘缸通常不包毛毯。

对于机外表面施胶，施胶后的纸幅也应在缓和的干燥条件下进行，同样使纸面上胶膜缓慢形成。机外表面施胶的设备可选用干燥室与挂杆装置相配用。

11. 压光的影响

压光机的型式和压光程度也很重要，因为过高的压光压力可能把表面形成的胶膜压到纸幅的里面而破坏了覆膜的完整性，另外，当纸幅压光在其水分含量太高时，也可能产生上述类似情况。

八、表面施胶剂

(一) 淀粉和化学改性淀粉

淀粉是一种常用的表面施胶剂，但淀粉用作表面施胶时，大多数需经改性处理，而未经改性处理的天然淀粉仅适用于很低浓度的表面施胶。

淀粉用于造纸工业的改性处理方法通常有以下几种：酸水解，糊精化，氧化，酶转化，淀粉衍生化（包括阳离子淀粉），热化学转化，阴离子化（包括磷酸脂淀粉）等。但适用于纸张表面施胶的有氧化、衍生化、酶转化和热化学转化等。

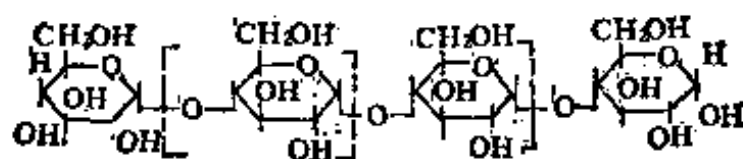
1. 淀粉

(1) 结构

淀粉广泛存在于植物的谷子、根部或茎中。由于来源广、价格低廉，并具有一定的胶粘能力，在国内外已成为造纸工业的辅助材料。

淀粉是天然的高分子聚合物，属碳水化合物范畴，它与纤维素一样，其分子都是由D-葡萄糖单体组成。但淀粉是 α -1,4联

接，而纤维素是 β -1,4 联接。直链淀粉的分子链结构如图 10-3-38 所示。



直链淀粉

图 10-3-38 直链淀粉的分子链结构

由于分子链结构不同，使其性质也不一样。一般说来，淀粉的化学反应活性要比纤维素大得多，而且可溶解于水。

淀粉按其分子链的形状可分直链淀粉和支链淀粉。根据不同的淀粉来源、分离和测定方法，它的分子量在 40000~340000 范围(即聚合度 250~2000)。支链淀粉的基本结构与直链淀粉相同，但它有很多分叉，大约每隔 20~25 个葡萄糖单体就有一个分支点，支链绝大部分以 α -1,6 联结。支链淀粉分子量很高，可达 80,000,000。

由于直链淀粉和支链淀粉结构不同，其性质有很大差异。在直链淀粉中，线状的直链以平行定向排列，致使大量羟基能与邻近链的羟基紧密靠近，形成不溶于水的聚合体。当浓度低时会发生沉淀，而在浓度高时则会迅速胶凝，即所谓的退减作用。

支链淀粉由于分子链高度分支，不会发生定向排列，所以它可溶于水，不致发生退减作用。

(2) 淀粉的种类和性质

① 我国造纸工业常用的是玉米和木薯淀粉。淀粉的色泽由洁白，灰白到淡黄，外观呈粉状。淀粉是以小颗粒的状态存在，由于它的大小形态不同和其他一些外表特征足以用来区别淀粉的种类。天然淀粉的一些特征如表 10-3-16 所示。

② 各种淀粉的膨润和糊化温度如表 10-3-17 所示。

表 10-3-16

项 目	马铃薯淀粉	玉米淀粉	稻米淀粉
天然淀粉的大小(μm)	70~130	15~35	3~10
颗粒大小平均值(μm)	100	25	8.25
颗粒的形状	豆状圆形	多角形	多角形
颗粒的比表面(cm^2/g)	468	1870	7480

表 10-3-17

淀粉种类	开始膨润时温度($^{\circ}\text{C}$)	糊化开始时温度($^{\circ}\text{C}$)	完全糊化温度($^{\circ}\text{C}$)
马铃薯	46.2	58.7	62.5
玉 米	50.0	55.0	62.5
小 麦	50.0	65.0	67.3
稻 米	53.7	58.7	61.2

淀粉在水中达到膨润的温度, 水分子进入淀粉粒子的内部而使其结构发生变化, 同时使淀粉液的粘度提高, 而当温度进一步升高至完全糊化温度, 则制得的淀粉糊液的粘度更高。

③ 天然淀粉经化学或物理降解使其分子链变短, 而在溶液中能得到良好的分散。

表 10-3-18

指 标 名 称	一 级	二 级
外观	白色或微黄色色调的粉末	
气味	正	常
水分含量($\%$) \leq	14	—
蛋白质含量($\%$) \leq	0.5	0.8
灰分含量($\%$) \leq	0.1	0.2
酸度(每100g绝干淀粉试样消耗0.1N氢氧化钠毫升数)	20	25
级度(通过100号筛号)	98	98
斑点(个/ cm^2)	2	3

(3) 淀粉的质量指标

玉米淀粉的质量指标如表 10-3-18 所示。

2. 淀粉的改性

由于天然淀粉存在配成溶液时粘度高、不稳定、容易发生退减作用等缺点，为此有必要对淀粉进行改性。通过改性不仅能克服上述的缺点，而且能赋予新的特性。淀粉改性的方法有三种，如表 10-3-19 所示。

表 10-3-19

淀粉改性的方法	说 明
支链淀粉的分离	直链淀粉具有退减作用，支链淀粉则很稳定，为此可借助于除去淀粉中的直链淀粉来达到稳定的作用。这可通过选种、培育仅含支链淀粉的品种，也可通过对淀粉的热压处理以达到分离的目的。
淀粉分子链的降解	用降解淀粉分子链的方法可得到粘度低的产品，降解淀粉的方法有氧化降解和酶转化等。
引入功能基	利用葡萄糖单体中羟基的活性，通过取代引入功能基，这可使淀粉具备各种特性。根据不同的处理可制得阳离子淀粉、双醛淀粉、淀粉酯和淀粉醚等。

3. 氧化淀粉

淀粉可被许多氧化剂如次氯酸盐、过氧化物、过碘酸、重铬酸盐等氧化成不同的产品。造纸工业中常用的是次氯酸盐氧化淀粉。

(1) 次氯酸盐氧化淀粉

1) 优点：氧化淀粉与天然淀粉相比有以下优点：

- ① 熬制时间短；
- ② 糊状液透明度大；
- ② 增加粘合强度；
- ④ 降低糊状液的粘度；
- ⑤ 凝结速率较低，退减作用小。

2) 制备：在存有少量 NaOH 的情况下，以天然淀粉的水悬

浮液(含 30~40%干淀粉物质)和次氯酸盐作用生成氧化淀粉。
次氯酸盐的用量以淀粉为基准,有效氯为 2~9%。

淀粉的氧化反应除了将部分脱水的葡萄糖单体的羟基氧化为羧基以外,还产生了一些 1,4 键的氧化破裂,从而降低了分子量。

制备次氯酸盐氧化淀粉时,首先在熬胶锅内添加一定量的水和淀粉,在搅拌条件下添加一定量次氯酸盐溶液,在升温至 30~40℃下进行氧化,氧化时间约 1h。

随后进行脱氯洗涤,再进行糊化。糊化是在热的和搅拌条件下进行,使淀粉粒子膨润和完全分散,待粘度达到一不变值后就形成了淀粉糊液。糊化温度一般采用 90~95℃,时间约 30min。

3) 影响淀粉氧化的因素:淀粉与次氯酸盐的氧化反应受到氧化剂的有效氯用量、淀粉液的浓度、氧化时 pH 值、温度和时间等参数的影响。

① 氧化剂的有效氯用量:使用于内部施胶的氧化淀粉,有效氯用量为 1~2%,而表面施胶用的氧化淀粉,有效氯需要量在 2~10%,以便得到合适的粘度和粘着力。增加有效氯用量可以提高氧化淀粉的羧基含量和降低粘度。氧化过程中粘度和羧基含量的变化如表 10-3-20 所示。

表 10-3-20

氧化时间(min)	有效氯用量		3%		4%		6%		8%	
	测定值									
			粘度 (cP)	羧基	粘度 (cP)	羧基	粘度 (cP)	羧基	粘度 (cP)	羧基
100	—	—	—	—	53.0	8.0	29.3	—	19.1	34.5
120	—	—	—	—	20.5	10.7	14.9	25.2	8.4	37.8
150	—	—	—	—	20.0	14.6	10.3	27.5	7.1	41.3
180	53.7	10.3	53.7	10.3	26.6	15.7	12.8	29.6	7.2	44.5

注: (1)羧基的单位是 mmol/100g干淀粉。

(2)1cP=10⁻³Pa·S。

在不同有效氯用量时，氧化时间与羧基含量之间的关系如图 10-3-39 所示。从图中可看出，随着氧化过程的进行，羧基值有规律平稳地逐渐增加，不同有效氯用量的羧基变化几乎是相互平行的。

淀粉的减退作用也是判断氧化淀粉质量好坏的一个标准，其退减可用淀粉糊液在室温或稍为高的温度下放置老化所产生的粘度变化来表示。

不同氧化度淀粉糊液老化与粘度的关系如表 10-3-21 所示。

表 10-3-21

氧化淀粉有效氯用量 (%)	恩氏粘度 (cP)	
	原 有	2 h 后
4	26.6	32.8
6	12.8	14.6
8	7.2	7.2

注：1cP=10⁻³Pa·S

从上表数据可以看出，氧化淀粉糊液的退减作用随着有效氯用量的增加而减少，6%有效氯的氧化玉米淀粉糊液在 40℃ 保温 2 h 后没有明显的变化，而 8 %有效氯时糊液的粘度也不减退。这说明 6 %和 8 %有效氯的氧化淀粉是适用于表面施胶的，过高的降解没有必要。

但在实际表面施胶时，如仅为了适当解决纸张表面强度问题，

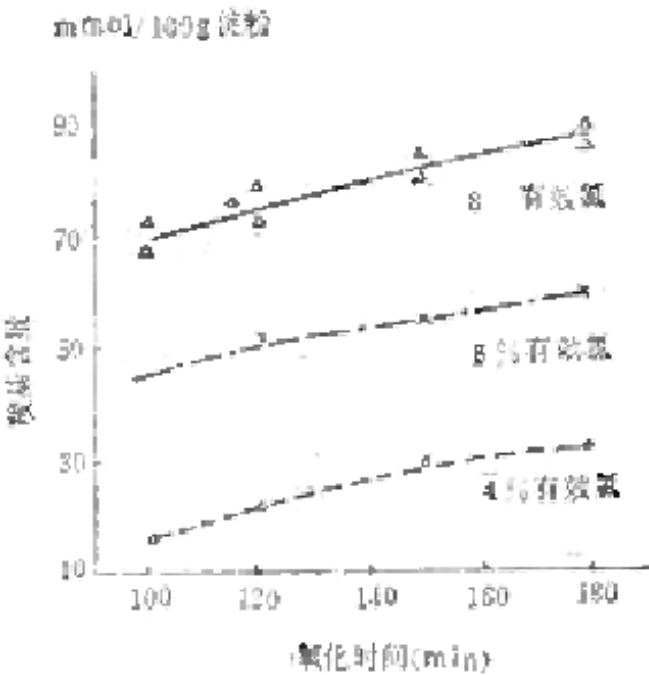


图 10-3-39 氧化时间与羧基含量之间的关系

一般使用氧化淀粉的浓度较低，可选用较低的有效氯用量，例如选用 2% 的有效氯。但如果表面施胶的目的是增加纸张强度，则以选用有效氯用量较高的、粘度较低的氧化淀粉为宜。

② 其他影响淀粉氧化的因素如表 10-3-22 所示。

表 10-3-22

项 目	条 件
淀粉液浓度	淀粉浓度越高，反应速率越大。在氧化淀粉制备过程中，可将淀粉和清水制成含 25~35% 淀粉量的悬浮液，有时也制成 20% 的浓度
氧化温度	温度每升高 10℃，反应速率增加 2~4 倍。但温度太高，会使淀粉粒子过度膨润，并可能形成凝胶，流动性不良，影响氧化均匀性，所以一般是在 30~40℃ 温度下进行氧化
氧化时间	适宜的氧化时间应根据淀粉的具体氧化情况如温度等而定，一般为 30min 至 1h
添加少量碱控制 pH 值	淀粉氧化时，加入少量碱液可除去淀粉粒子外层附有的胶质，并中和氧化时产生的有机酸

4) 氧化淀粉熬制实例：

① 实例一：一种熬制设备如图 10-3-40 所示，熬胶锅也可采用开口的型式。这一熬制设备可用于熬制玉米淀粉或其他淀粉，氧化与糊化均在同一熬胶锅内完成。

熬制步骤、熬制条件和要点如表 10-3-23 所示。

② 实例二：在一特别的熬胶锅内熬制木薯淀粉，氧化和糊化均在同一熬胶锅内完成。

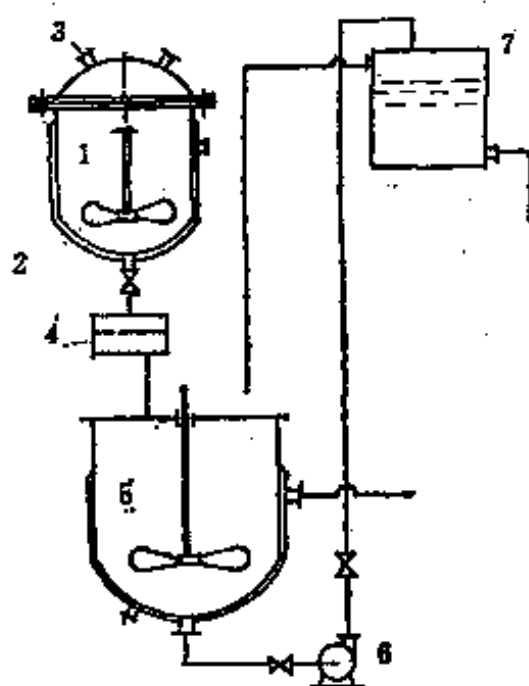


图 10-3-40 氧化淀粉的熬制设备示意图

- 1—熬胶锅 2—搅拌器 3—装料口
4—过滤器 5—搅拌贮存槽 6—泵
7—高位槽

表 10-3-23

熬制步骤	熬制条件和要点
装料和升温	在容积为1m ³ 的熬胶锅内加入清水80kg, 加淀粉20kg, 开动搅拌器升温至35~37℃
氧化	加入含有对淀粉的有效氯含量为2%的漂液, 温度保持在35~37℃, 保温氧化30min
糊化	再加温水至总重量为1000kg, 并不断搅拌升温至90~95℃, 保温糊化30min
脱氯	待糊化结束后加入少量硫代硫酸钠溶液进行脱除残氯, 这样就制得了氧化淀粉糊液
过滤和贮存	随后将熬胶锅内氧化淀粉糊液通过过滤器过滤, 再放至搅拌贮存槽内贮存备用

木薯淀粉熬制成6.5%浓度的氧化淀粉糊液的熬制条件如表10-3-24所示。

表 10-3-24

项 目	条 件
每锅淀粉加入量(kg)	475
漂率(%)	3.5
氧化浓度(%)	35
氧化时间(h)	1
糊化浓度(%)	10
糊化时间(min)	40~50
糊化终点温度(℃)	93
保温时间(min)	20

保温后稀释至氧化淀粉浓度为6.5%, 再加荧光增白剂0.25%后备用。

5) 氧化淀粉在表面施胶中的施胶效果: 氧化淀粉是一种较好的表面施胶剂, 可单独使用, 也可与聚乙烯醇混合使用。

氧化淀粉作为表面施胶剂可显著提高纸张表面强度, 减少纸面掉毛掉粉现象, 同时可以提高纸张平滑度, 使纸面更加细腻,

并且可提高纸张的适印性，使印刷后纸张的色彩鲜艳悦目。另外氧化淀粉也可适当提高纸张的施胶度和物理强度。用槽法表面施胶装置，氧化淀粉浓度为4%，对地图纸进行表面施胶，施胶前后对纸张施胶度和物理强度的比较如表10-3-25所示。

表 10-3-25

项 目		施 胶 前	施 胶 后
定 量 (g/m^2)		74.3	76.8
紧 度 (g/m^3)		0.78	0.80
裂 断 长 (m)		3390	3660
耐 折 度 (双折次)		75	127
施 胶 度 (mm)		1.0	1.25
拉力	纵 (N)	50	54
	横 (N)	26.8	30.5
白 度		91	91
尘 埃 度 (个/ m^2)		30	60
变形	纵 (%)	+0.32	+0.23
	横 (%)	+2.53	+2.4

(2) 过碘酸氧化淀粉 (双醛淀粉)

过碘酸氧化淀粉是由淀粉和过碘盐反应生成的。

氧化幅度：10~96% (根据需要控制)。

过碘酸盐氧化淀粉很难溶于水中，即使加热至95℃，也仅能部分分散，但用1.8%硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 或15%亚硫酸氢钠 (NaHSO_3) (对双醛淀粉重量) 处理后，便可得到分散良好的低粘度、高粘合强度的淀粉液。

过碘酸盐氧化淀粉用作表面施胶时，纸张的干、湿强度均增加，湿强度与经三聚氰胺树脂、阳离子型脲醛树脂浆内处理的纸

张相同。用合成树脂在浆内施胶和双醛淀粉在表面施胶的湿强度比较如表 10-3-26 所示。

表 10-3-26

项目	处理条件	树脂(或双 醛淀粉)加 入量(对绝 干纤维) %	抗张强度(kg/15mm)				湿强度 干强度 × 100 %				
			干	湿				干强度			
				浸透(min)				浸透 (min)			
				5	240	480	960	5	240	480	960
1	未经处理	0	21.1	0.29	0.29	—	0.27	5.2	5.2	—	4.7
2	松香+明矾	0	18.8	0.40	0.40	—	0.40	8.0	8.0	—	8.0
3	松香+明矾+三聚氰 胺树脂	2	19.7	1.55	1.55	—	1.61	29.5	29.5	—	30.5
4	同上	3	21.0	2.06	2.04	1.87	2.04	36.7	36.2	33.3	36.2
5	松香+明矾+脲醛树 脂	3	—	3.21	2.68	—	2.41	—	—	—	—
6	松香+明矾+双醛淀 粉(96%氧化硼砂分 散液)	2.3	30.8	3.59	1.69	1.47	1.26	43.6	20.5	17.9	15.3
7	松香+明矾+双醛淀 粉(91%氧化 NaHSO ₃ 分散液)	2.3	33.3	4.72	2.87	2.09	1.93	53.1	32.1	23.4	21.6

注：三聚氰胺树脂和阳离子型脲醛树脂是用在木浆的浆内施胶，而双醛淀粉是用作破布浆的表面施胶。项目6是96%氧化玉米淀粉用硼砂作分散剂。项目7是91%氧化小麦淀粉用亚硫酸氢盐作分散剂

双醛淀粉由于成本高，在造纸工业未获得广泛的应用。

4. 阳离子淀粉

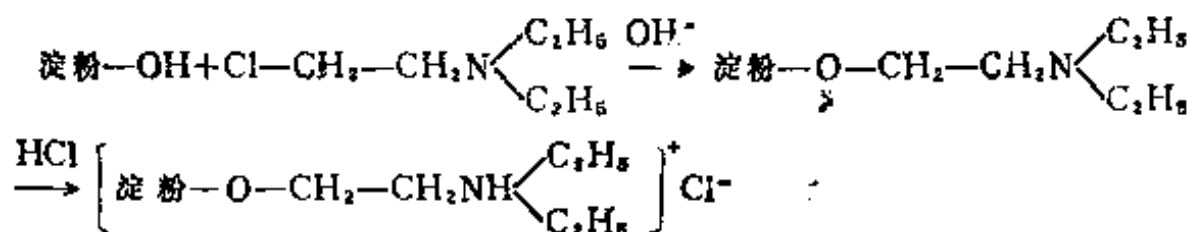
(1) 阳离子淀粉的制备

阳离子淀粉是美国 60 年代开发并得到发展的一种淀粉衍生物，与天然淀粉、其他变性淀粉不同，它是将原淀粉经具活性含氮醚化剂变性处理，包括通过醚键导入叔胺（季胺）盐酸盐基。在水分散液中，阳离子衍生物可电离成 Cl⁻ 离子和正电荷的淀粉结构。阳离子淀粉与纤维素有力地相互吸引，使其留着率显著提高，因而可发挥很好的特性。目前表面施胶用阳离子淀粉约占总量的 20%。

根据不同阳离子基和制备工艺，阳离子淀粉主要有四类：即叔胺基淀粉醚、季胺基淀粉醚、胺乙基淀粉和氨腈淀粉。但应用最普遍的仍是叔胺烷基淀粉醚和季铵烷基淀粉醚。

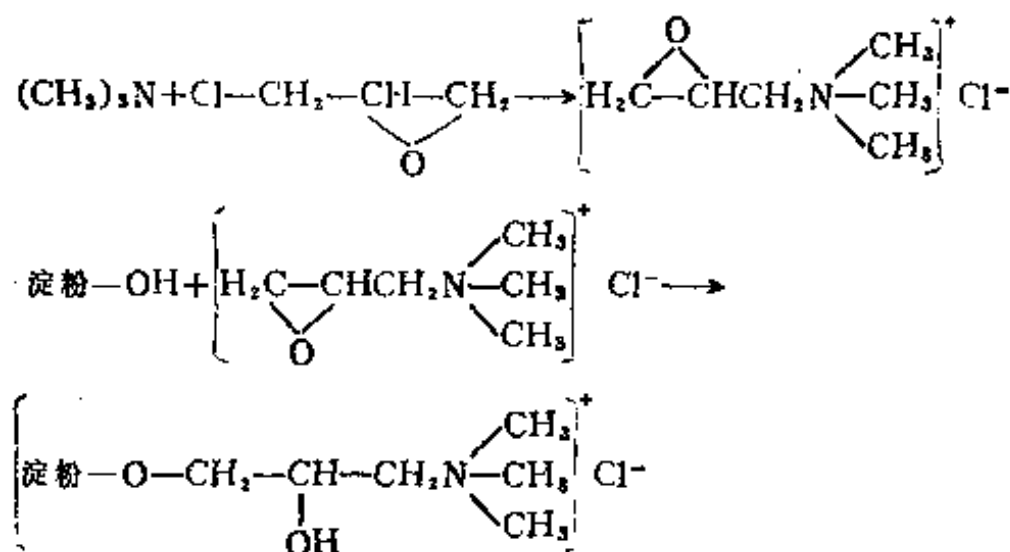
① 叔胺烷基淀粉醚

代表性醚化剂为二乙胺乙基氯化物，加入于碱性淀粉淤浆内，醚化反应后再用酸中和而成。



② 季铵烷基淀粉醚

先将环氧氯丙烷与三甲胺反应生成季铵型醚化剂，然后在碱催化下，使淀粉醚化



用环氧氯丙烷和三甲胺生成的氯环氧丙烷三甲基氯化铵醚化剂，必须采用真空蒸馏或溶剂重结晶，以除去残留环氧氯丙烷和1,3-二氯丙醇等副产品，这些化合物均能与淀粉交联，减少阳离子衍生物的分散性和效率。这种类型醚化剂在水中是稳定的，但加入NaOH后，可迅速转变为“活性”环氧化合物。

(2) 一种阳离子淀粉的性能

类型：季铵型玉米淀粉： $\left(\text{淀粉}-\text{O}-\text{R}-\text{N} \begin{array}{l} \nearrow \text{R}_1 \\ \text{---} \text{R}_2 \\ \searrow \text{R}_3 \end{array} \right)^+ \text{Cl}^-$

R_1 、 R_2 、 R_3 为烷基；外观：白色粉末；粒度：100 目筛全部通过；水分： $\leq 15\%$ ；pH 值： 6.5 ± 0.5 ；取代度： $0.027 \sim 0.035$ 克分子/克分子（用作湿部添加剂、中性胶的保护胶体和助留剂）， $0.014 \sim 0.027$ （用作表面施胶剂）；粘度，30% 浓度， 30°C ，厘泊 ≥ 1000 （用作湿部添加剂和中性施胶）， ≥ 500 （用作表面施胶剂）；（B 型粘度计，10rpm 测定）。

(3) 使用阳离子淀粉进行表面施胶的优点

① 改进纸张的印刷性能：使用阳离子进行表面施胶能使纸张具有较好的印刷均匀性、较好的清晰度，印刷色泽较深，纸页透印少，印刷时掉毛少

② 增强纸的表面强度：曾在工厂进行了表面施胶的比较试验，即使用 15% 酸处理淀粉（用酸处理后，使淀粉分子变小而便于淀粉在高浓下糊化）与 135% 的阳离子淀粉进行比较。

印刷试验是在胶印压力下，速度为每小时印刷 7000 印次，使用高粘油墨进行印刷。印够标准印次以后，检查掉毛情况。对胶版印刷纸表面施胶后改进纸页的表面强度如表 10-3-27 所示。

表 10-3-27

淀 粉	毯面 IGT
酸处理淀粉	180
阳离子淀粉	480

通过上表可以看出，经阳离子淀粉处理的胶版印刷纸表面强度得到显著改善。

③ 可以增加干燥速度，缩短干燥时间：对于高级印刷纸，

曾用羟乙基淀粉 9 % 和 6.2 % 阳离子进行表面施胶试验, 其比较结果如表 10-3-28 所示。

表 10-3-28

种 类	挂胶量 (g/m ²)	不透明度	耐破度	蜡棒试验	烘缸速度 (m/min)	最终水分 (%)
阳离子淀粉	2.32	87.0	44	20	119	5.0~6.3
羟乙基淀粉	3.42	86.2	43	20	107	5.5~6.0

④ 可以减少废水中的 BOD: 表 10-3-29 列出用胶版印刷纸进行试验的结果。

表 10-3-29

种 类	IGT	耐破度	损纸处理时的损失
酶改性淀粉	31.2	91.6	0.9%(对损纸)
阳离子淀粉	32.8	91.8	0.0025%(对损纸)

由上表可以看出, 使用阳离子淀粉施胶, 在损纸处理过程中阳离子淀粉几乎没有流失, 因而减少了废水中的 BOD。

5. 酶转化淀粉

酶转化淀粉是一种由酶水解作用产生的淀粉糊。转化中选用 α -淀粉酶, 它是以液体、粉末、丸状、胶囊状的生物催化剂出售, 需要在冷处保存。

影响酶转化淀粉粘度的四个主要变数是酶用量、反应时间、淀粉的固含量和转化温度等。

不同来源的酶有不同的效力, 酶活性的高低可以用它所催化的化学反应的速度来表示。因此, 酶活性的高低和酶量的多少通常以酶单位表示。比较常用的单位是一个酶单位或力规分 (lignefon), 一个酶单位是指在特定条件下, 一分钟内能转化 $1\mu\text{mol}$

的底物的酶量。力规分是在一组特定的反应条件下，液化一专门淀粉底物，每分钟液化 25mg 淀粉的酶量。

(1) 制备

制备酶转化淀粉时，将淀粉与水在适合的温度下制成悬浮液，调节悬浮液的 pH 值为 6.5~7.5 后加酶。酶的用量由 0.01~0.6%，加热。根据酶的形式和转化反应时淀粉的浓度，调节酶转化的温度和时间。

当制备用于表面施胶的稀释酶转化淀粉溶液时，控制加热温度，温度以每分钟升高约 1.4℃，平稳上升至所需要的温度。

另一种方法是将混合物的温度控制在酶活性的最优温度（对谷物淀粉，温度为 74~76℃）反应 20~30min，直到转化完全。

在某些情况下，在酶转化终点时添加一定量的化学药剂如硫酸铜、甲醛、碱等，使酶变为不活泼。

(2) 熬制实例

原料用木薯淀粉，熬制设备用带搅拌器的 1m³ 熬胶锅，酶用 α-淀粉酶，其用量为淀粉的 0.02%。

熬制步骤和程序如表 10-3-30 所示。

表 10-3-30

装料	在熬胶锅内加水300kg. 随后添加木薯淀粉50kg. 开始搅拌均匀
调节pH值和添加酶	用少量碱调节pH值至6.7. 添加对淀粉重的0.02% α-淀粉酶
升温	在常温下搅拌5min. 随后缓慢升温. 在30min内升温至55℃
保温	此后加温至75℃. 并进行保温. 用碘液来检查终点. 直至淀粉液呈微紫色. 即为熬制终点
降温贮存	待淀粉液到达熬制终点后. 加清水稀释降温. 随后放入贮存槽内备用

6. 热化学转化淀粉

热化学转化淀粉是一种较新并发展较快的表面施胶剂。

(1) 特点

- ① 熬制可以连续化;
- ② 原料可使用颗粒较大的淀粉;
- ③ 熬制反应时间短;
- ④ 氧化剂使用过硫酸铵, 成本较低;
- ⑤ 随着调节氧化剂用量, 熬制温度和熬制时间可以控制施胶液的粘度。

⑥ 对于热化学转化淀粉使用过硫酸铵作为氧化剂比使用过氧化氢和次氯酸钠更为适宜。

(2) 制备

一种制备热化学转化淀粉的生产流程如图 10-3-41 所示。

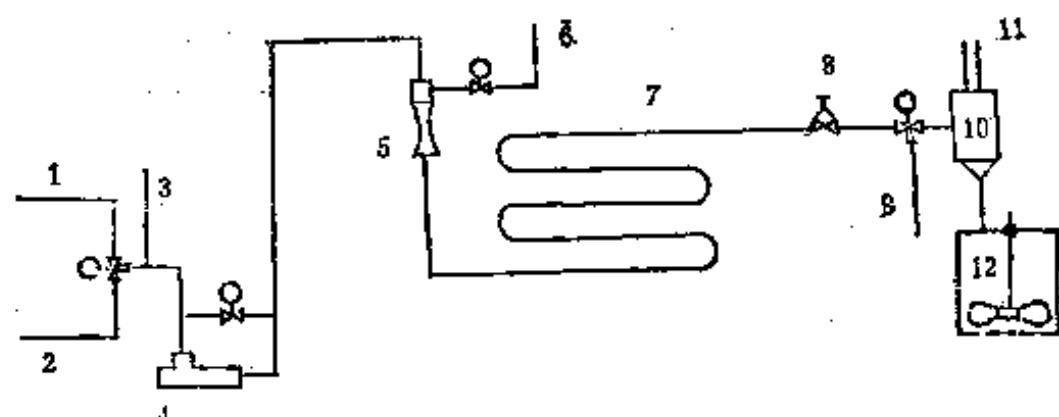


图 10-3-41 一种制备热化学转化淀粉的生产流程示意图

1—淀粉液 2—清水 3—过硫酸铵溶液(附自动控制系统) 4—Moyno泵
5—熬制喷射器 6—蒸汽 7—保温管 8—反压阀 9—排污口 10—闪蒸槽 11—排汽口 12—淀粉糊液贮存槽

(3) 制备操作程序

① 淀粉液、清水和自动控制流量的过硫酸铵溶液一道进入 Moyno 泵, 随后进至熬制喷射器, 在其中通入蒸汽。

② 在熬制喷射器内的液体流量可控制在每分钟分别为45.68和102L。

③ 在熬制喷射器中用蒸汽将液体加热, 并自动控制温度至152℃。

④ 加热后的淀粉液随后进入保温管停留作用4~5min, 在此过程中, 淀粉可以充分分散, 并可完全耗尽氧化剂。

⑤ 作用后的淀粉液经反压阀进入闪蒸槽，再流至淀粉糊液贮存槽备用。

(4) 应用

① 热化学转化淀粉施胶液的固体物含量越高，则表面施胶对纸张的挂胶量越大。

② 过硫酸铵的用量对淀粉液的粘度和固体物的关系如图10-3-42所示。

③ 对于一般的表面施胶适宜使用的过硫酸盐浓度为0.15~0.22%，固体物含量为6~12%。

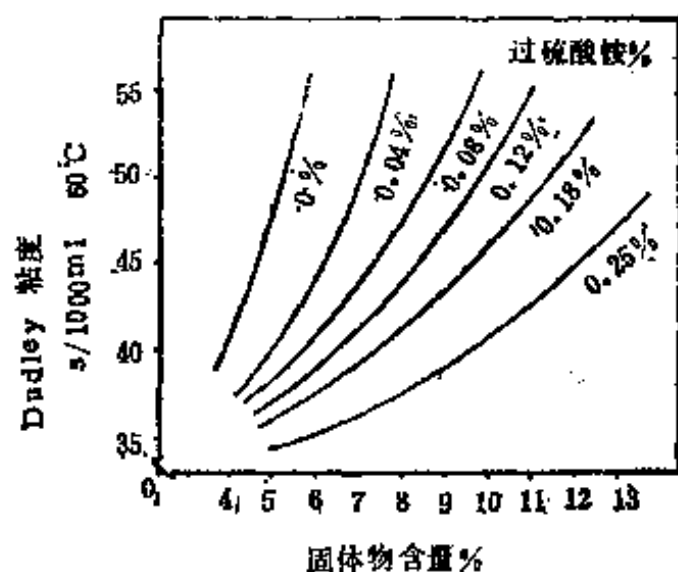


图 10-3-42 过硫酸铵的用量对粘度和固体物含量的关系

7. 羟丙基淀粉

羟丙基淀粉是60年代发展的淀粉衍生物，其制备是淀粉在碱性催化下与环氧丙烷作用，生成淀粉醚。用羟丙基淀粉进行表面施胶，在干燥后能形成清晰、富有弹性、柔软不粘、亲水的膜。羟丙基淀粉是一种较好的表面施胶剂。可提高纸张的印刷适应性能。

(1) 制备

由于羟丙基淀粉具有水分散性，所以不需要高取代度就能获得所需的稳定性。一般取代度在0.2以下，大多数是每20~50个葡萄糖单体取代一个羟基就可以，所以羟丙基的醚化度也是要求不高的，通常控制在0.04左右。

1) 商品羟丙基淀粉制备：商品羟丙基淀粉的制备，就是在淀粉厂进行醚化反应，最后以颗粒状产品出售，所以整个制备过程要保持淀粉的颗粒不受到破坏，这样在反应中必须加入 Na_2SO_4 以抑制淀粉颗粒的膨胀。制备方法如下：

① 把淀粉与对淀粉量 15% 的 Na_2SO_4 配成约 50% 的浆状悬浮液，然后在搅拌下加入对淀粉量 1% 的 NaOH 稀溶液，得到 40% 的淀粉浆状液；

② 在 18°C 下加入对淀粉量 10% 的环氧丙烷；

③ 在 18°C 下搅拌 0.5h，然后升温到 45°C （或 50°C ）。

④ 在此温度下保温 8h（或 4h）。

⑤ 随后用酸中和碱，使 pH 值保持在 5.0~5.5。

⑥ 再经过过滤、洗涤、干燥，即得到醚化度为 0.04 左右的颗粒状羟丙基淀粉。

2) 造纸厂内制备羟丙基淀粉：造纸厂内对淀粉进行醚化处理，随配随用，所以在醚化过程中无需保持颗粒状态。这样，不必加入 Na_2SO_4 ，醚化结束后不需要过滤，成本可大幅度降低。

厂内制备方法基本与商品羟丙基淀粉相同，只是由于不加 Na_2SO_4 ，这样，淀粉在加热过程中发生膨胀，从而粘度增加。为了保持一定的流动性，使反应均匀，反应浓度应适当降低，一般可保持在 20% 左右。

表 10-3-31

编号	淀粉浓度 (%)	Na_2SO_4 用量 (%)	NaOH 用量 (%)	环氧丙烷 用量 (%)	保温温度 ($^\circ\text{C}$)	保温时间 (h)	醚化度	产品情况
1	20	0	1	10	50	4	0.031	已部分糊化
2	20	0	1	10	50	6	0.043	
3	20	0	1	10	50	8	0.044	
4	20	0	1	10	50	12	0.044	
5	40	15	1	10	50	2	0.038	颗粒状 基本颗粒状 已部分糊化
6	40	15	1	10	50	4	0.058	
7	40	15	1	10	50	6	0.107	
8	40	15	1	10	45	4	0.027	颗粒状
9	40	15	1	10	45	8	0.060	颗粒状
10	40	15	1	10	45	12	0.108	颗粒状
11	40	15	1	10	50	4	0.05	颗粒状

由于浓度的降低，为了达到同样的醚化度，就需延长反应时间 6~8h，醚化后的淀粉在有碱的存在下，可以有一定的贮存期而不致发霉变质。待使用时再按所需要的浓度进行糊化，最后再适当调节 pH 值。

(2) 实例

羟丙基淀粉的制备实例如表 10-3-31 所示。

(二) 聚 乙 烯 醇

简称PVA (Poly Vinyl Alcohol 的缩写)。在造纸工业中，聚乙烯醇是一种理想的表面施胶剂或加工涂布用的胶粘剂。

1. 聚乙烯醇的性质

聚乙烯醇的性质如表 10-3-32 所示。

表 10-3-32

项 目	性 质
形 状	粒状或粉状
颜 色	白色至乳白色
密 度	1.26~1.31
胶粘强度和成膜性	具有良好的胶粘强度和成膜性，用聚乙烯醇产生的覆膜是透明、柔韧和高度粘着的，并有良好的抗油和抗溶剂的阻力
稳 定 性	可耐矿物油类、油脂、润滑油等。贮存稳定性极好，贮存几年也无品质降低情况。
吸 湿 性	有吸湿性，在贮运时要避免潮湿及日光曝晒。
溶 解 性	除溶于水、乙二醇和甘油外，不溶于其他有机溶剂

2. 聚乙烯醇的醇解度、聚合度和降解

(1) 醇解度

聚乙烯醇的溶解度决定于羟基代替醋酸基的程度，或称为醇解度。通常有 78%、88%和 98%三种不同醇解度的聚乙烯醇，而适用于造纸工业的为 88%和 98%两种。

醇解度高的聚乙烯醇不溶于冷水而溶于热水，因此干燥后的

膜层较醇解度低的抗水性好。

(2) 聚合度

聚乙烯醇有不同聚合度的产品，国产最高聚合度为 1700，中等聚合度为 1000，低聚合度为 500，中间还有不同聚合度的产品。根据聚合度的不同，制备溶液的粘度和胶粘强度均有不同。使用时可根据用途选用不同聚合度和不同醇解度的产品。

(3) 降解

聚乙烯醇溶液可用次氯酸钠或过氧化氢进行氧化降解处理，以提高胶液的流动性。但是随着降解程度的增加，胶质的粘着力下降，膜层强度降低，因此一般只有在聚乙烯醇品种不全的情况下，才采用降解法。

一种聚乙烯醇用次氯酸钠氧化降解后的粘度变化如表 10-3-33 所示。

表 10-3-33

用 氯 量	0	1	2	3	4	5
20℃聚乙烯醇浓度为4%时的粘度(Pa·s×10 ⁻¹)	0.257	10.4	6.5	5.2	4.7	3.5

3. 聚乙烯醇的质量标准

表 10-3-34

名 称	质量标准
挥 发 物	8%以下
NaOH含量	0.3%以下
残余醋酸根	0.2%以下
醋 酸 钠	7%以下
平均聚合度	1750±50
铁	0.01%以下
白 度	90%以上
透 明 度	90%以上
着 色 度	88%以上

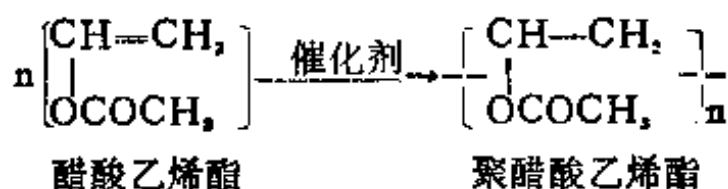
一种醇解度高的聚乙烯醇的质量标准如表 10-3-34 所示。

4. 聚乙烯醇的制备

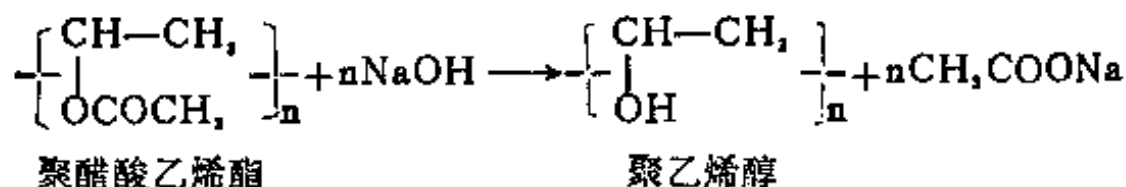
聚乙烯醇不能直接由乙烯醇聚合而得，因为不存在有游离的乙烯醇，而主要以乙醛的形式存在。聚乙烯醇可用碱或酸水解聚醋酸乙烯酯制得，通常是在聚醋酸乙烯酯的酒精溶液中加碱水解。

聚乙烯醇的制备反应可分以下二个步骤：

(1) 由醋酸乙烯酯制备聚醋酸乙烯酯：



(2) 由聚醋酸乙烯酯制备成聚乙烯醇：



根据需要在不同条件下，聚醋酸乙烯酯醇解会得到不同醇解度的聚乙烯醇，例如，在造纸工业中常用的醇解度为 88~98% 的聚乙烯醇。

5. 聚乙烯醇的溶解实例

(1) 实例一

用于证券纸的表面施胶采用 3.5% 浓度的聚乙烯醇溶液，其制备流程如图 10-3-43 所示。

熬制程序：

① 首先将聚乙烯醇 25kg 放在带筛板的浸泡槽内，连续缓慢地加水进行浸泡和洗涤，洗出的酸液自浸泡槽的底部排走。

② 随后将浸泡后的聚乙烯醇推入熬胶锅，加水至 990kg，与此同时开动搅拌器进行搅拌，并间接通汽加热使锅内液体升温至 90℃。

③ 在 90℃ 的条件下搅拌大约 1h，待锅内聚乙烯醇全部溶解

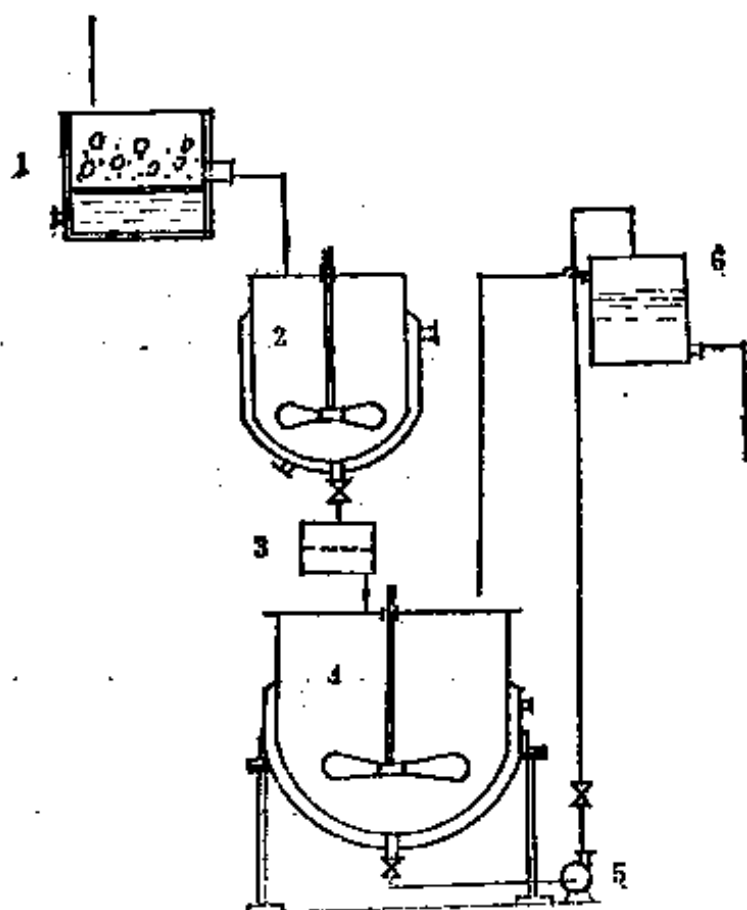


图 10-3-43 3.5%浓度的聚乙烯醇溶液的制备流程示意图

1—浸泡槽 2—熬胶锅 3—过滤器 4—贮存槽 5—泵 6—高位槽

后，将制得的大约浓度为 3.5% 的聚乙烯醇溶液经过过滤器放入贮存槽，加甘油10kg搅拌后备用。

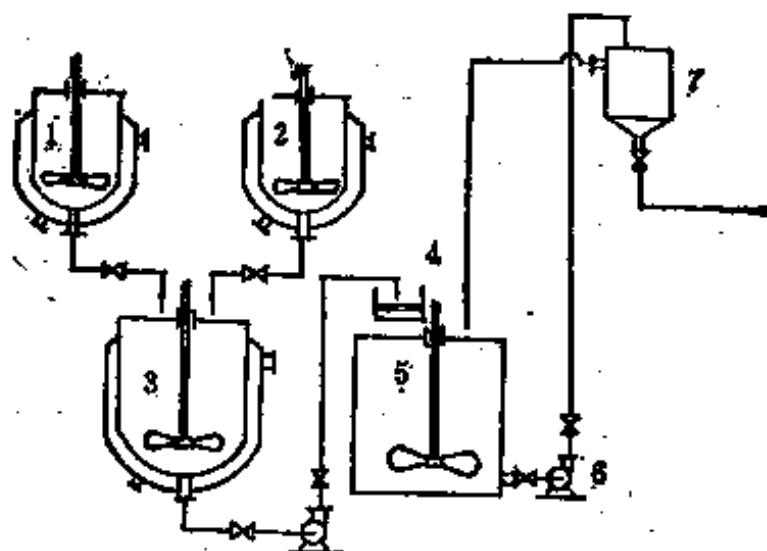


图 10-3-44 2%浓度的聚乙烯醇和氧化淀粉混合液的制备流程示意图

1—淀粉氧化槽 2—聚乙烯醇溶解槽 3—熬胶锅 4—过滤器 5—贮胶槽
6—泵 7—高位槽

(2) 实例二

表面施胶使用 2 % 聚乙烯醇和氧化淀粉的混合液，其制备流程如图 10-3-44 所示。

熬制程序：

1) 氧化

① 预先在氧化锅内加入清水 270kg，加淀粉 80kg，使成淀粉浓度为 30 %。

② 加入含有对淀粉的有效氯为 2 % 的漂液，保持温度在 35 ~ 38℃，氧化 2h。

2) 糊化

① 聚乙烯醇 10kg 事先在浸泡槽内浸泡 2h 后推入熬胶锅内。

② 将氧化锅内熬制好的氧化淀粉 $\frac{1}{4}$ 的量（折合 20kg 淀粉）流入熬胶锅内。

③ 将熬胶锅内的混合胶液冲稀至浓度为 6 % 后，在搅拌的情况下升温至沸腾进行糊化。

④ 糊化保温 15min，随后稀释降温至浓度为 2 %，温度为 60 ~ 65℃，放入贮胶槽继续保温备用。

6. 聚乙烯醇在表面施胶中的应用

聚乙烯醇具有优越的胶粘力，不需高温或老化的过程，用于表面施胶可提高纸张机械强度、表面强度和抗油脂性等，为此是一种理想的表面施胶剂。

聚乙烯醇的使用方法有：

(1) 单独使用聚乙烯醇

为了提高纸张的抗张强度和耐折度，可单独使用聚乙烯醇进行表面施胶。一般单独使用聚乙烯醇的表面施胶所采用的浓度均较高，例如，对于证券纸、纱纸、导火线纸等可采用 3.5 ~ 4.0 % 的浓度，而对于为了显著提高强度的特种纸的机外施胶甚至可采用 10 % 的浓度，这种表面施胶后的纸幅多经干燥室进行干燥。

(2) 聚乙烯醇和淀粉配用

1) 配用方法:

① 将纸张先用氧化淀粉进行表面施胶,干燥后通过1~3%的聚乙烯醇溶液再次进行表面施胶。

② 聚乙烯醇和氧化淀粉混合熬制作为表面施胶剂。一般聚乙烯醇与氧化淀粉的比例可为1:1至1:4,均可提高成膜性能。

2) 施胶效果:在氧化淀粉中配加25%聚乙烯醇就能改善纸张的成膜性能。

① 对成膜性能的影响:聚乙烯醇的成膜性能良好。试验情况是将三种不同规格(PVA₁—聚合度2063,醇解度98.63%;PVA₂—聚合度1098,醇解度98.76%;PVA₃—聚合度539,醇解度99.83%)的聚乙烯醇在室温下溶解,然后与糊化好的氧化淀粉混合搅拌15min,在总浓度5%,施胶温度40℃下进行试验,其结果如表10-3-35所示。

表 10-3-35

项 目	定量 (g/m ²)	施胶度 (s)	裂断长, 纵向(m)	耐折度, 纵向(双次)	耐破度 (kgf/cm ²)
晒图原纸	73.8	45.7	5000	90	2.10
4%氧化淀粉,1%PVA ₁	81.0	59.0	4900	97	2.19
4%氧化淀粉,1%PVA ₂	80.5	57.0	5380	110	2.16
4%氧化淀粉,1%PVA ₃	80.9	61.2	5000	120	2.16

注:1kgf/cm²=9.80665×10⁴Pa

聚乙烯醇的成膜性能好,虽然本身不抗水,但能延缓水对纸页的渗透,提高施胶度的幅度也较大。

② 对纸张强度的影响:进行了用聚乙烯醇与淀粉的混合比为100:0,75:25,50:50,25:75,0:100等的表面施胶研究,试验结果表明:纸的抗张强度、伸长、耐折度等随聚乙烯醇的比例增加而显著提高。纸的刚度稍有增加,吸湿性不变。

图 10-3-56 表明在淀粉聚乙烯醇胶液中增加胶料浓度和聚乙烯醇含量时，纵向抗张强度的提高。

图 10-3-45 表明在淀粉聚乙烯醇胶液中增加胶料浓度和聚乙烯醇含量时，纸的横向耐折度的提高。

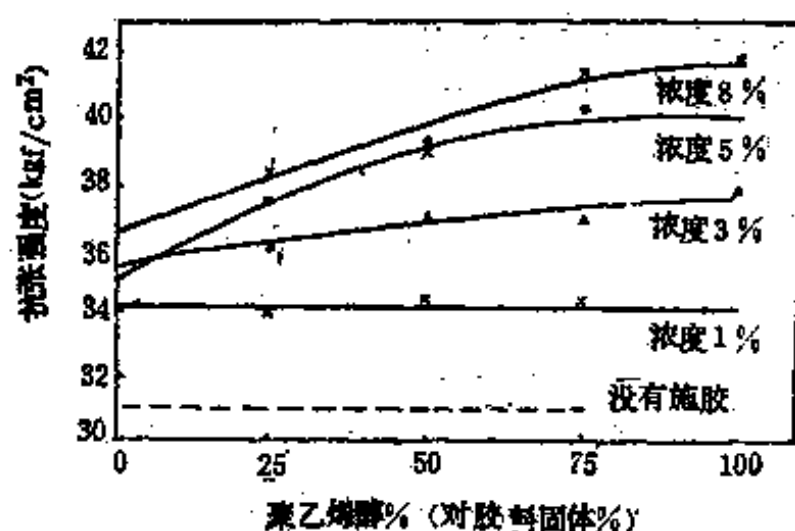


图 10-3-45 淀粉-聚乙烯醇表面施胶的纸的抗张强度(使用高度水解、中粘度、低灰分的聚乙烯醇)

图 10-3-45 表明在淀粉聚乙烯醇胶液中增加胶料浓度和聚乙烯醇含量时，纸的横向耐折度的提高。

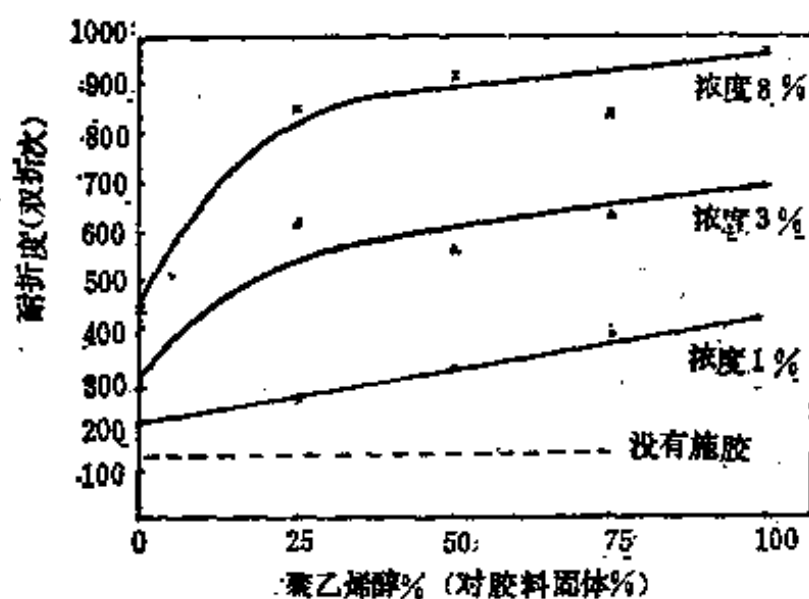


图 10-3-46 淀粉-聚乙烯醇表面施胶纸的耐折度

(使用高度水解、中粘度、低灰分的聚乙烯醇)

(3) 聚乙烯醇与硼砂混用的方法

为了防止聚乙烯醇溶液在表面施胶时的过度渗透,也可采用与硼砂的混用方法。

① 对纸张的表面施胶:用硼砂与聚乙烯醇对纸张的一种表面施胶程序是,先将纸面用5%硼砂预处理(硼砂量约 $0.25\text{kg}/100\text{m}^2$),干燥后再用1~3%聚乙烯醇溶液进行表面施胶(聚乙烯醇用量 $0.028\sim0.066\text{kg}/100\text{m}^2$)。

② 对纸板的表面施胶:用硼砂与聚乙烯醇对纸板的一种压光机施胶方法,是预先在压光机的一个辊上涂上一层硼砂溶液,然后在另一辊上涂上聚乙烯醇面进行表面施胶。

③ 添加不同浓度的硼砂的影响:聚乙烯醇和硼砂共用而出现的胶凝情况是与两者的浓度、pH值、聚乙烯醇的种类及温度有关。图

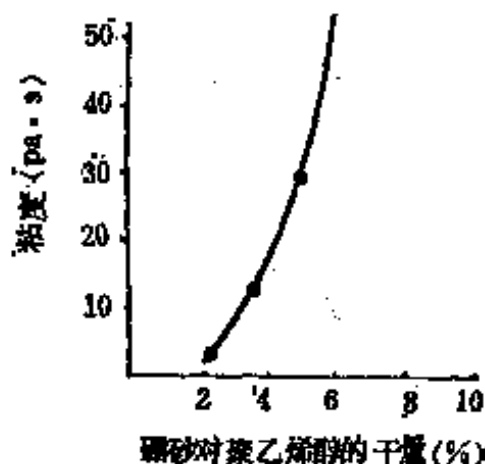


图 10-3-47 添加不同浓度的硼砂对聚乙烯醇溶液粘度的变化

10-3-47 所示在聚乙烯醇溶液浓度为2.5%时,添加不同浓度的硼砂对聚乙烯醇溶液粘度的变化。

(4) 使用聚乙烯醇时添加其他的物质

在使用聚乙烯醇作为表面施胶剂时,为了提高成膜的湿强度,可向聚乙烯醇中添加尿素甲醛树脂或三聚氰胺甲醛树脂。另外,也可用甘油作为增塑剂。

7. 使用聚乙烯醇与其他表面施胶剂的比较

使用聚乙烯醇进行表面施胶与其他施胶剂的比较如表10-3-36所示,原纸是由加拿大游离度为370ml的阔叶木漂白硫酸盐浆抄造的,定量为 $77\text{g}/\text{m}^2$ 。

表 10-3-36

项 目	水	3%聚乙烯醇溶液	3%氧化淀粉溶液	3%聚乙烯醇+氧化淀粉溶液(1:1)
定量 (g/m ²)	75.5	75.5	70.0	81.6
裂断长	干 (km)	2.49	2.94	2.84
	湿 (km)	0.13	0.16	0.15
撕裂度 (gf)	43.5	51.5	39.9	52.8
耐破度 (kgf/cm ²)	0.77	1.02	0.79	0.89
耐折度 (次)	4	8	4	5
施胶度 (s)*	26	27	22	30
平滑度 (s)	26	29	30	34
表面强度 (IGT)(cm/s)	69	107	53	91

注：* 1. 施胶度是用药液渗透法测定的。

2. $1\text{kgf/cm}^2 = 9.80665 \times 10^4 \text{pa}$

3. $1\text{gf} = 9.80665\text{mN}$

(三) 纤维素衍生物

造纸工业常用的纤维素衍生物是羧甲基纤维素、甲基纤维素和羟乙基纤维素等，它们均可溶于水或碱性溶液中，其中最常用的是羧甲基纤维素，可作为浆内添加剂、表面施胶剂和涂布胶粘剂等。

1. 羧甲基纤维素

羧甲基纤维素简称 CMC。

(1) 性质和用途

羧甲基纤维素的性质如表 10-3-37 所示。

羧甲基纤维素钠是羧甲基纤维素的钠盐，简称 CMC-Na，但在日常生产和使用中也常简称 CMC，本节介绍的简写 CMC 即指羧甲基纤维素的钠盐。CMC 具有碱溶性和水溶性，水溶性有粘性，能显著增加溶液的粘度。CMC 不会发酵，具有抗盐的能力和一定的热稳定性，因此近代广泛应用于国民经济各部门。

(2) 决定羧甲基纤维素性质的因素

表 10-3-37

项 目	性 质
形 状	纤维状粉末或颗粒状
颜 色	白色或微黄色
气 味	无味, 无臭
溶 解 性	易溶于水或碱性溶液中, 并形成透明的粘胶液, 呈中性和微碱性
稳 定 性	粘胶液可长期保存而不变质, 在低温及日光照射下也是稳定的, 对于80℃以上的温度会引起溶液粘度的降低

① 取代度: 取代度简称“DS”, 是纤维素基环上三个羟基在醚化反应中取代的程度, 所以也称为醚化度。在理论上如三个羟基全部取代羧甲基, 则称取代度为3, 所以可以按照需要制成不同醚化度的产品, 但实际生产的产品其平均取代度多为0.4~1。

CMC 因取代度不同, 其溶解性能也随之不同。一般分为三大类, 如表 10-3-38 所示。

表 10-3-38

取代度的范围	溶 解 性 能
在1.2以上	溶于有机溶剂中
0.4~1.2	溶于水
在0.4以下	溶于碱溶液中

从上表可以看出, CMC 的水溶性的大小, 主要取决于取代度的大小, 取代度为0.2~0.3的CMC只能溶于碱溶液中, 而当取代度大于0.4则可很容易溶于水中, 取代度越大, 产品的水溶性越好。

适用于造纸工业的CMC, 其取代度应在0.4~1.2之间。通常加入浆内的, 其取代度约0.4~0.7 (低取代度), 应用于表面施胶的取代度约0.7~0.8 (中取代度)。

② 粘度：CMC 溶解于水以后形成粘性液体是其主要特点，也是产品分型号和定品级重要指标之一，使用者可根据不同使用要求选用某一粘度范围的产品。

取代度和聚合度决定聚合物的分子量，而分子量高低又决定溶液浓度的大小。

根据粘度，CMC 产品又可分为三种，如表 10-3-39 所示。

表 10-3-39

粘度分类	粘 度 大 小
高 粘 度	1%的水溶液在 $2\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上
中 粘 度	2%的水溶液在 $0.3\sim 0.6\text{Pa}\cdot\text{s}$
低 粘 度	2%的水溶液在 $0.025\sim 0.05\text{Pa}\cdot\text{s}$

对于用在造纸工业中的表面施胶和涂布，应选择一种适当粘度的 CMC。一般说来，具有中等粘度 ($0.3\sim 0.6\text{Pa}\cdot\text{s}$) 或低粘度的 CMC 应用于纸的表面施胶是比较合适的。

CMC 的水溶液，其粘度一般是较稳定的，但在实际使用过程中，使用的浓度、温度和 pH 值等会对 CMC 水溶液粘度产生影响。

③ 有规律的取代基：在一定的取代度和聚合度情况下，纤维素链上取代基的规律性会影响到 CMC 溶液的流动性。有规律取代基的 CMC 在聚合过程中会产生有力的结合，反之则缺乏一定的结合力。

(3) CMC 胶液的制备

少量 CMC 在水中溶解是比较快的，但当 CMC 量较多和水量较少情况下，有可能会出现湿润不完全的 CMC 抱团、粘附于容器壁和 CMC 粉末溶于水溶液表面等现象。在工业上一般采用高速搅拌装置，以加速溶解，其方法是先将水放入容器，开动搅拌后以较快速度加入 CMC 使其沉入液面之下，然后继续搅拌，

直至流完为止。

实验室少量使用，则可用少量乙醇或丙酮润湿 CMC 粉之后，再加水搅拌就很容易配成所需浓度。近年来，国外发展了速溶品种的 CMC。

CMC 如用热水可显著加快溶解速度，而不会影响溶液粘度。

一种溶解 CMC 的设备如图 10-3-48 所示。

(4) CMC 溶解实例

① 一种 CMC 溶解流程如图 10-3-49 所示。

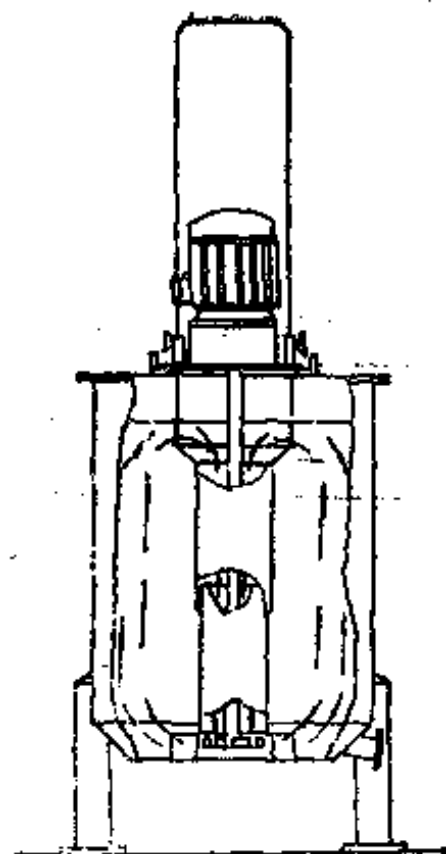


图 10-3-48 CMC溶解槽

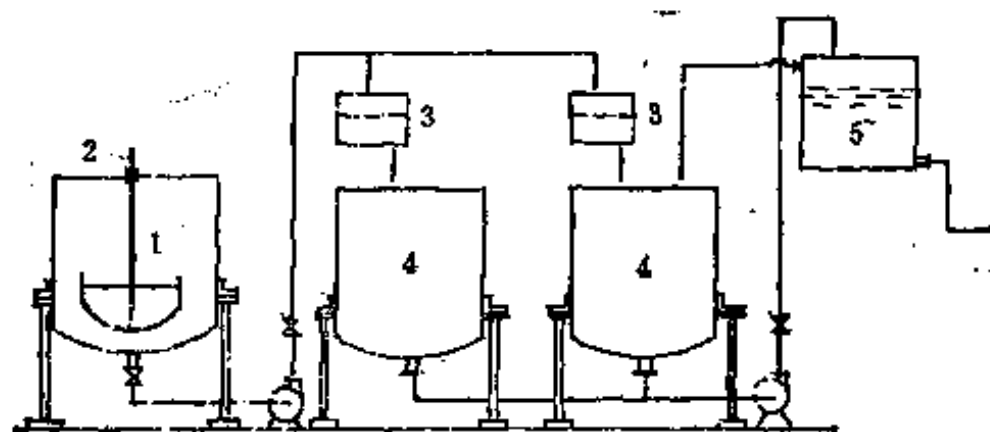


图 10-3-49 一种CMC溶解流程示意图

1—溶解槽 2—高速搅拌器 3—过滤器 4—贮存槽 5—高位槽

② 溶解 CMC 的工艺条件如表 10-3-40 所示。

③ 溶解 CMC 的操作程序：溶解 CMC 的操作程序如表 10-3-41 所示。

(5) CMC 在表面施胶中的应用

表 10-3-40

项 目	条 件
溶解时浓度	3%
溶解时温度	常温
溶解后 pH 值	7~8
使用时浓度	0.5%

表 10-3-41

操作步骤	说 明
加 水	先在溶解槽内加入半槽清水。随后开动快速搅拌器($n=2000r/min$) 进行搅拌
加 料	徐徐加入CMC粉末进行溶解。根据取代度, 一般溶解 浓度 不 大于3%, 否则搅拌负荷太大
溶 解	通常搅拌2h左右, 直至CMC全部溶解
调节pH值	随后加入工业盐酸调至pH值7~8, 可用万能试纸进行检查
过滤贮存	将溶解好的 CMC 胶液经过过滤后放入贮存槽, 并稀释至使用 时所要求的0.5%浓度备用

1) 使用 CMC 作为表面施胶剂的作用

① 提高纸张的表面强度, 纸张表面变得比较致密和平滑而不易掉毛和掉粉。

② 增加纸张耐破度, 并在一定程度上提高纤维内部结合力。

③ 可使纸张具有良好的耐磨性和耐油性。

一般印刷用纸经低到中等粘度类型的 CMC 表面施胶后, 可防止印刷时起毛或掉粉现象, 并可增加光亮油墨的适印性。

2) CMC 与其他施胶剂混合使用: 对于表面施胶, CMC 可与氧化淀粉、动物胶和植物胶等混合使用, 也可在其内添加脲醛树脂以改善其抗水性。CMC 与其他胶料在表面施胶中应用的对比如下:

① 对于生产晒图原纸, 用 CMC (浓度按 0.25%) 和氧化淀粉 (浓度 2%) 进行表面施胶的对比如表 10-3-42 所示。

表 10-3-42

施胶剂	定量 (g/m ²)	厚度 (mm)	断裂长 (m)	耐折度 (双次)	抗水度 (s)	白度	平滑度 (s)	吸水性
氧化淀粉	79.9	0.75	4330	121	38	80.0	正26 反24	13
氧化淀粉	82.6	0.77	3910	80	36	80.6	正27 反26	12
CMC	82.8	0.81	4160	88	41	80.6	正23 反20	14

从上表可看出，晒图原纸用浓度为 0.25% 的 CMC，或用浓度为 2% 的氧化淀粉进行表面施胶的比较，其物理强度数值基本相同。

② 对于胶版印刷纸，用 CMC 和氧化淀粉进行表面施胶的试验比较如表 10-3-43 所示。

表 10-3-43

项 目 \ 胶 料	标准	空白	氧化 淀粉	氧化 淀粉	CMC	CMC	CMC	CMC
浓度(%)	—	—	2.5	4.0	0.25	0.5	0.75	1.0
施胶温度(℃)	—	—	51	53	~35	~35	~35	~38
胶液pH值	—	—	7~8	7.0	8.0	9.0	9.0	10.0
挂胶量(%)	—	—	—	1.87	0.57	0.74	0.53	0.58
定量(g/m ²)	80±5	77.5	78.8	77.5	76.3	78.8	77.5	79.4
裂断长(m)	2400	2478	3019	2996	2342	2500	2593	2630
耐折度(双次)	8	15	35	41	16	19	21	24
施胶度(mm)	1.0	正面2.0 反面扩散	—	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

③ 对于含有磨石磨木浆定量为 70~80g/m² 的胶版印刷纸，以各种淀粉、CMC 作为胶料进行的表面施胶试验，其结果如图 10-3-50 和图 10-3-51 所示。对于裂断长和表面强度，3% 淀粉与 1% CMC 所得的结果相同。

④ CMC 挂胶量与粘度之间的关系如图 10-3-52 所示。

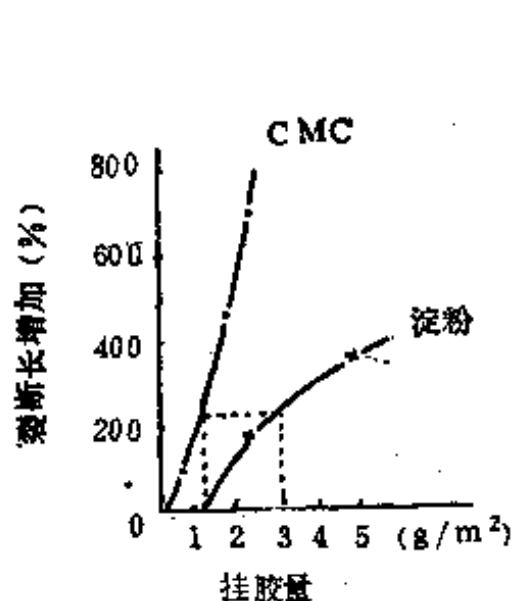


图 10-3-50 淀粉与 CMC 的挂胶量和裂断长增加的关系

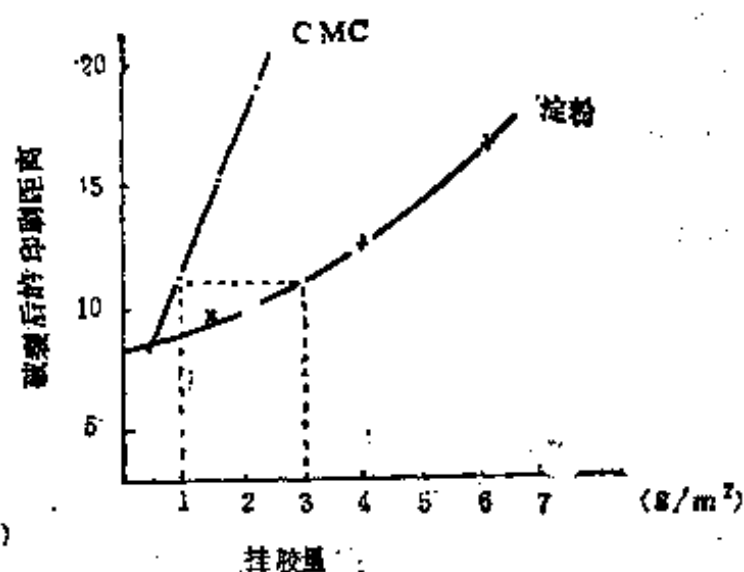


图 10-3-51 纸张表面强度(以纸张破裂时印刷距离表示)与淀粉、CMC挂胶量的关系

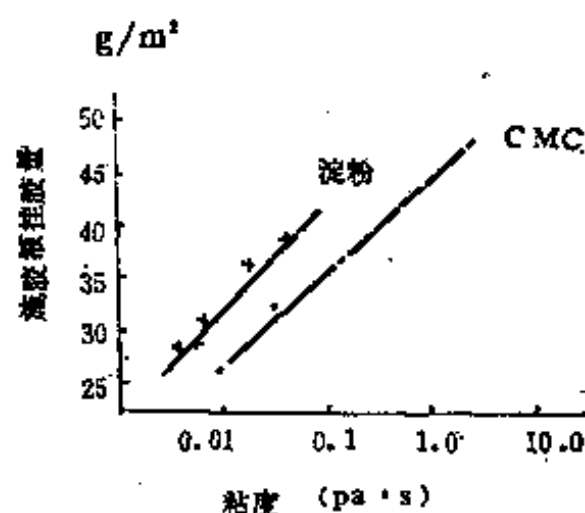


图 10-3-52 淀粉、CMC挂胶量与粘度之间的关系

2. 甲基纤维素

甲基纤维素简称 MC，是一种不太常用的表面施胶剂。

应用于造纸工业的 MC，通常含有 1.7~1.9 甲氧基取代度和 0.01~4 Pa·s (10~4000 cP) 的粘度。在制备甲基纤维素水溶液时，应先将干料用热水润湿，冷却后加水搅拌，直至呈透明溶液。甲基纤维素是稳定的，可长期保存而不需加入防腐剂。

与羧甲基纤维素钠盐相同，甲基纤维素在表面施胶时，也能在纸面上产生一种强韧、不能透过油脂的覆膜，并显著减少纸张的气孔度，所以可用于防油纸和蜡纸等的表面施胶。当应用于印刷纸时，也可显著改善印刷油墨的光度。

3. 羟乙基纤维素

羟乙基纤维素简称 HEC，也是一种不太常用的表面施胶剂。

羟乙基纤维素有碱溶性和水溶性两种。碱溶性羟乙基纤维素溶液的制备方法是将羟乙基纤维素溶解于 3 % 以上的 NaOH 溶液中。

碱溶性的羟乙基纤维素在用作表面施胶时，也能在纸面上产生柔韧的覆膜，具有抗油脂、耐磨擦和印刷时油墨光度良好等性能。

(四) 动 物 胶

动物胶在我国分成三大类，即骨胶、皮胶和明胶，统称三胶。明胶实际上就是色泽浅、透明、纯度较高的上等骨胶和皮胶。

1. 明胶的性质

明胶的性质和质量标准如表 10-3-44 所示。

表 10-3-44

项 目	性 质
形 状	细条状、粒状或薄片状
颜 色	无色或呈淡黄色，透明，带有光泽
密 度	1.37g/cm ³
气 味	无特殊臭味
水 分	一般商品明胶含 10~15% 的水分
稳 定 性	在干燥空气中比较稳定，在潮湿空气中易吸潮，明胶受潮或制成溶液容易被细菌分解而变质
溶 解 性	明胶在冷水中不溶解，但能吸水导致膨胀而软化，这时重量可增加 5~10 倍。热水是明胶的最好溶剂 明胶不溶于盐类溶液及淡的酸碱性溶液，也不溶于普通的有机溶剂，如醇、醚、氯仿等

2. 用于优质槽法施胶的动物胶的规格

用于优质槽法表面施胶的动物胶的规格要求如表 10-3-45 所示。

表 10-3-45

项 目	规 格 要 求
保存质量	是否易于腐坏的程度可以说明动物胶的质量和纯度，这对湿包装的纸很重要
溶解时的外观	溶解后胶液应不含杂质及沉渣，并呈清澈透明的溶湿
pH值	pH值应在6.0和6.6之间，这样不会发生退色
油脂含量	游离油脂应在合理范围内，不得超过0.3%，否则在表面施胶时有产生洞眼的危险
粘 度	选择动物胶的粘度可以有一较大的范围

3. 胶液的制备

使用动物胶时，先使其在冷水中获得充分润胀，然后用温水进行溶解，并进行搅拌，以制成 4~10% 浓度的胶液。如有必要，可在溶解过程中加用少量碱，以增加其溶解程度。

(1) 明胶溶解实例

一种明胶溶解流程如图 10-3-53 所示。

操作程序：

① 先将 25kg 明胶浸泡在 200kg 清水中。

② 浸泡时间约为 4h，直至将明胶浸透为止。

③ 将浸泡后的明胶和水从浸泡槽一道倒入熬胶锅

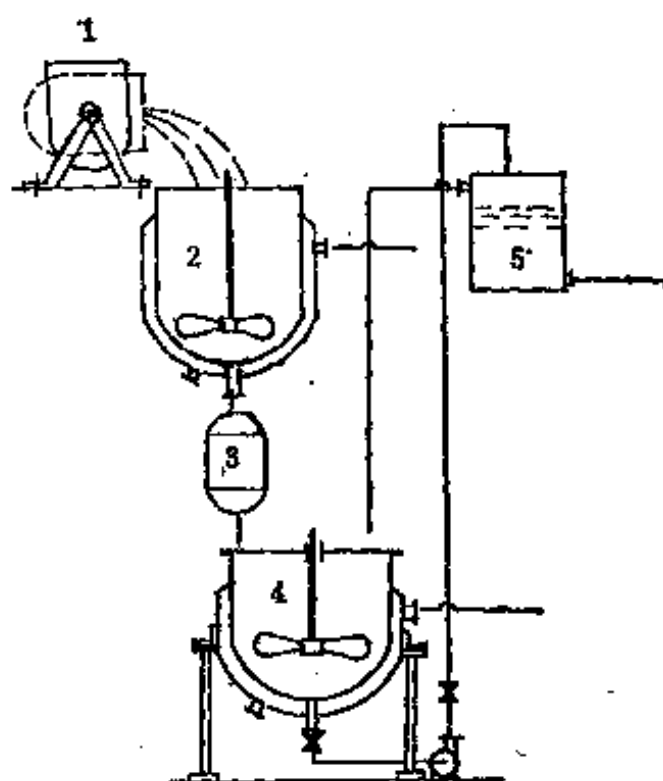


图 10-3-53 一种明胶溶解
流程示意图

1—浸泡槽 2—熬胶锅 3—压力过滤器
4—胶液贮存槽 5—高位槽

中。

④ 再向熬胶锅内添加清水 200kg, 开始搅拌, 并向夹套内通汽使熬胶锅内物料温度保持在 45~50℃。

⑤ 搅拌约 2h 直至明胶全部溶解为止。

⑥ 随后加入防腐剂甲醛 0.95kg。

⑦ 在 10min 后再加入增塑剂甘油 0.75kg。

⑧ 加完甘油后再搅拌 10min, 随后停止搅拌, 使明胶溶液通过压力过滤器流入胶液贮存槽备用。

⑨ 明胶溶液存放时间一般以不超过 12h 为宜。

(2) 骨胶溶解实例

骨胶的溶解是在带搅拌器的 500L 反应锅内进行。骨胶较易溶解, 可取消事先浸泡的工序。

操作程序:

① 在反应锅内加入清水 400kg, 通汽加热升温至 80~90℃。

② 添加骨胶 10kg, 开动搅拌器进行搅拌直至骨胶完全溶解为止, 在过程中温度不应超过 90℃。

③ 加入甲醛 500ml, 待混合均匀后停止搅拌。

④ 将制得的骨胶液抽至另一容器中备用。

⑤ 制得的骨胶液的浓度为 2.5%。

4. 动物胶的性质和应用

在 20℃ 时不同浓度的动物胶的密度如表 10-3-46 所示。

表 10-3-46

动物胶的含量(%)	密度(g/cm ³)	动物胶的含量(%)	密度(g/cm ³)
1.0	1.001	3.5	1.008
1.5	1.003	4.0	1.010
2.0	1.004	4.5	1.012
2.5	1.005	5.0	1.013
3.0	1.007	5.5	1.015

表面施胶所用的动物胶胶液的浓度为 4~10%, 而当动物胶

的含量在 6 % 以上时，其溶液就变为凝胶状。为了得到较小的粘度，可加 2~10 % 的硫酸铝。

用游离浆抄成的纸张所吸收的胶料比用粘状浆抄成的纸张高。在纸张表面施胶时，纸张吸收动物胶含量为 5 % 的胶液的数量如表 10-3-47 所示。

表 10-3-47

内部施胶时的松香用量， % (对纤维重)	纸张吸收动物胶的数量，% (对风干纸重)	
	未加硫酸铝	加 8 % 硫酸铝
—	12.0	10.2
0.5	10.9	9.1
1.0	8.9	7.5
1.5	8.0	6.6
2.0	7.2	5.7
2.5	6.6	5.2

经动物胶处理后的纸张，如再通过硫酸铝溶液或甲醛溶液浸渍，又可提高纸张如晒图原纸的憎液性能。

在动物胶中加用少量甲醛、硫酸锌，水杨酸或蚁酸可作为防腐剂。

在动物胶中加入增塑剂如甘油等，可提高纸张物理强度。

在动物胶中加 2~3 % 肥皂（对动物胶用量），可以提高纸张的色泽、不透明度和光泽度。

在动物胶中加用少量甘油、氯化钙、不干性油、醋酸钠等，则又能改进纸张的耐揉性。

由于动物胶的价格较高昂，多限于高级纸的表面施胶，且多与淀粉混合使用。混合使用时，应加 0.25~1.0 % 肥皂（对动物胶用量）借以防止动物胶和淀粉的离散。

用动物胶的表面施胶主要用于槽法施胶，施胶槽内胶料的温度为 30~60℃。如用于机上施胶，则应特别注意干燥速度不宜过快，否则由于纸张发生收缩，在纸面上会出现龟裂。

(五) 蜡 乳 液

1. 蜡乳液在表面施胶中的应用

蜡乳液可在施胶压榨或施胶槽上与淀粉混合使用，也可在压光机上单独使用或与淀粉混合使用。用蜡乳液进行表面施胶，可增进纸的抗水性和表面平滑度，并防止纸面起毛。在压光机上的表面施胶，具有润滑作用，以防止淀粉粘掉纸板的表面。

2. 蜡乳液的制备

(1) 实例一

① 配比：如表 10-3-48 所示。

表 10-3-48

项 目	用 量 百 分 数
石 蜡	100
松香皂(含游离松香14%)	20
明 胶	10
高 岭 土	30
	对石蜡的重量比

② 制备方法：制备方法如表 10-3-49 所示。

表 10-3-49

项 目	说 明
蜡乳液的制备	间接加热石蜡至75~80℃(不超过100℃)，使其全部熔融
乳化剂的制备	把相当于石蜡重量1.5~2.0倍的水加入混合槽中，并加热至80~90℃
混合搅拌	把研磨很细的高岭土和制备好的松香皂、明胶加入混合槽中，开动搅拌器使其全部混合，并保持70~80℃的温度
稀释贮存备用	将熔融的蜡乳液缓慢地加进乳化剂中，并不断搅拌至全部加完后，再继续搅拌10~30分钟
	向制得的蜡乳液中加入45~60℃的温水，并搅拌稀释至2~3%的浓度备用

(2) 实例二

一种用于箱纸板压光机表面施胶的胶料的熬制设备为：熬胶

锅直径 900mm、高1100mm，锅内有搅拌器，并附有夹套蒸汽间接加热装置。

制备方法如表 10-3-50 所示。

表 10-3-50

项 目	说 明
加 水	向熬胶锅内加水600L，加热至约80℃
加 料	将石蜡12kg，硬脂酸 3kg，敲碎至核桃状大小加入熬胶锅，开动搅拌器进行搅拌
添加氨水	待石蜡和硬脂酸溶解后加入氨水（工业氨水， NH_3 含量25~28%）1kg，继续搅拌2~3h，至胶液呈白色为终点
贮存备用	制得的石蜡硬脂酸蜡乳液的浓度为2.2%左右贮存备用

3. 蜡乳液的应用

(1) 单独使用蜡乳液进行表面施胶，有可能使较多的石蜡浸入纸或纸板，这不符合希望的石蜡仅分布在纸面上的表面施胶的要求。蜡乳液如与氧化淀粉或硬脂酸混合使用，能克服这一缺陷，取得较好的施胶效果。

(2) 表面施胶时对纸面的涂蜡量不能过多，否则由于石蜡的润滑性能强，会使纸或纸板的卷取操作带来一定困难。

(3) 如果使用制备得不良的石蜡乳液，在生产过程中，石蜡颗粒将会凝聚、析离，而在纸面上产生蜡点等情况。

(六) 松 香 胶

在单圆网单烘缸双毛毯纸机上生产光泽度要求较高的单面光纸，如条纹牛皮纸、柏油厚纸、鸡皮纸等，我国使用松香胶进行表面施胶，对提高光泽度取得了成功的经验。用松香胶进行表面施胶，一般采用褐色胶，其原因是除了可以增加表面光泽度外，还可以减少粘辊的现象。

1. 用于表面施胶的褐色胶的制备

用于表面施胶的褐色胶在熬胶锅内的熬制方法与普通白色胶

相似。一般熬制好的褐色胶不用喷射乳化器进行乳化，而多直接放入贮存桶后事先贮存，在使用时，将一部分褐色胶放入贮存桶内，加水通汽并用人工进行搅拌，待褐色胶完全溶解呈乳白色胶液后，停汽和停搅拌，在保持一定温度下使用，即连续送往表面施胶装置。

2. 熬胶的实例

熬制用于表面施胶的褐色胶的工艺技术条件实例如表 10-3-51 所示。

表 10-3-51

项 目	条 件
配 比	松香100kg, 纯碱18kg, 清水80kg
加碱时水的温度	85±5℃
加松香时碱液的温度	95±5℃
最高熬胶温度	102~105℃
熬胶总时间	4~5 h
成胶外观	呈深棕色
成胶的游离松香含量	8~9%
成胶游离碱含量	小于1.75%

3. 褐色胶的使用条件对表面施胶的影响

(1) 胶液温度的影响

胶液温度控制在 30~40℃能得到较好的光泽度，过高过低对提高纸张光泽度均不利。超过 35℃以上，纸张光泽度下降较快。图 10-3-68 示出胶液与光泽度的关系。

(2) 胶液浓度的影响

胶液浓度大，则施胶辊表面带的胶料多，涂到纸层上胶料覆盖层厚，从而使纸页上胶料的留着量增大，纸张的光泽度较好。但胶液浓度不能过大，否则湿纸页被涂上的胶液过多，会产生压花断头。

(3) 施胶辊浸入胶槽深度

施胶辊浸入胶液较浅，则带出胶液量少，涂到纸层上的胶料也就少。较深施胶辊带出胶液量多，涂到纸层上的胶料也就多，但过深也会给操作带来一系列困难（如压花断头等）。因此，应控制一定的深度。

(4) 其他

胶液的留着量与施胶辊接触时间成正比例，而与湿纸页的表面光滑程度、纸页紧度和施胶时的压力成反比例。湿纸页进入施胶辊时的水分对胶液留着量也有一定的影响。

4. 采用松香胶进行表面施胶的效果

采用松香胶进行表面施胶前后的对比如表 10-3-52 所示。

表 10-3-52

指 标 名 称	未经表面施胶	经过表面施胶
定量 (g/m^2)	38	38
厚度 (mm)	0.060	0.055
紧度 (g/cm^3)	0.714	0.73
耐水度 (mm)	1.25	1.5
耐破度 (kPa)	151.9 (1.55kgf/cm^2)	171.5 (1.75kgf/cm^2)
耐折度 (双折次)	877	888
光泽度 (度)	5.51	7.28

用松香胶作表面施胶剂能使纸张光泽度持久，消除由于气温变化而引起的施胶障碍，减少细小纤维粘着烘缸而影响烘缸表面清洁。此外，还能减少纸张在印刷时的掉毛。

表 10-3-53

项 目	指 标
纤维配比	100%未漂硫酸盐木浆
打浆度 ($^{\circ}\text{SR}$)	37 ± 1
纤维平均长度 (mm)	1.6~1.8
pH值	4.5~5.0

6. 表面施胶实例

条纹牛皮纸 ($38\text{g}/\text{m}^2$) 的单烘缸表面施胶的实例如下:

要求的成浆质量特征如表 10-3-53 所示。

表面施胶的工艺条件如表 10-3-54 所示。

表 10-3-54

项 目	指 标
松香胶料颗粒大小 (μm)	2.5 以下
胶槽温度 ($^{\circ}\text{C}$)	32
胶棍浸入胶槽深度 (mm)	5~8
胶液浓度 (%)	1.3~1.4
溢流浓度 (%)	1.4~1.45
施胶前纸页水分 (%)	72
施胶后纸页水分 (%)	76
纸页在上压榨的包角 (度)	95~105

(七) 海藻酸盐

海藻酸是从海藻植物, 如马尾藻、昆布、海带中制取的, 这些植物在我国产量相当丰富, 用于造纸工业的海藻酸盐主要是海藻酸钠盐或铵盐。

造纸工业使用的海藻酸钠是以粉状供应的, 它是一种棕黄色絮状物质或淡黄色粉末。将干粉加入水中, 在剧烈搅拌下, 能迅速溶解, 其溶解量可自 1% 增至 4%, 以制备成高粘度的胶粘溶液。

海藻酸钠溶液可与一系列造纸用化学药剂相容, 如颜料、填料、树脂、淀粉、糊精、水溶性天然和合成胶料等。

1. 海藻酸钠的制备方法

以马尾藻为例, 其制备方法如表 10-3-55 所示。

2. 海藻酸钠在表面施胶中的应用

海藻酸钠用于表面施胶的特点是:

表 10-3-55

项 目	说 明
脱 色	首先是将马尾藻用甲醛固定脱色，甲醛用量0.4%左右
酸 浸	酸浸时间1h左右，一般用盐酸浓度为0.05N，以减少灰分和渗出杂质，使母液易于过滤，并使制得的成品纯净。酸浸时间不宜过久，以免粘度下降
水 洗	酸洗后用水洗至无酸性
碱 浸	再用碱浸，碱浸的作用是使马尾藻生成马尾藻钠盐。碱浸温度以不超过50℃为宜，pH值控制在10左右。碱液用 Na_2CO_3 溶液，其浓度为1%
过滤贮存	然后将胶液进行过滤，除去渣子后贮存备用

(1) 胶液容易制备和使用。

(2) 胶料的浓度和粘度可以调节，具有较高的流动性。

(3) 在纸页上形成一层均匀的薄膜，这层薄膜在普通情况和温度下是相当柔韧的，因而有利于提高纸张的表面结合强度。

(4) 海藻酸钠可与氧化淀粉等表面施胶剂配合使用，在淀粉胶液中加入海藻酸钠能够提高纸张的适印性能。

(5) 各种浓度的海藻酸钠的粘度如表 10-3-56 所示。

表 10-3-56

浓 度 (%)	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
粘度($\text{Pa}\cdot\text{s}\times 10^{-3}$, 25℃)	14.09	23.30	39.09	45.61	185.21	454.07

根据在表面施胶的使用结果，认为粘度在 $0.02\text{Pa}\cdot\text{s}$ 时，使用已感困难。为此在海藻酸钠的浓度为 0.5%时必须进行改性，或与其他施胶剂混合使用。当浓度在 1%以上时，则粘度更高，流动性更差。

海藻酸钠用于表面施胶，其溶液浓度经常为 0.25~0.3%。

(八) 烷基烯酮二聚体

关于烷基烯酮二聚体 (AKD) 的结构、性质和应用详见内部

施胶一节中。它可应用在内部施胶，也可应用于表面施胶。

在应用于表面施胶以前，应先将烷基烯酮二聚体乳液分散于温水（54~65℃）中，通常使用的浓度是0.1~2.0%，低浓度的胶料也有效。欲施胶的纸页不应含有松香胶和硫酸铝。

烷基烯酮二聚体可单独使用，也可分散于一些表面施胶剂溶液如淀粉、羧甲基纤维素中与之混合使用。这种表面施胶剂溶液应尽可能保持冷却，并使之不过于呈碱性，加入烷基烯酮二聚体后应立即使用，以避免胶料的迅速水解。烷基烯酮二聚体的水解速率决定于温度和pH值。

烷基烯酮二聚体作为表面施胶剂可用各种表面施胶的方法进行施胶，通常在用于薄纸或中等厚度的纸张时，用辊式表面施胶或槽法表面施胶，在用于厚纸或纸板时，则可用压光机表面施胶，使用喷雾法表面施胶也是有效的。

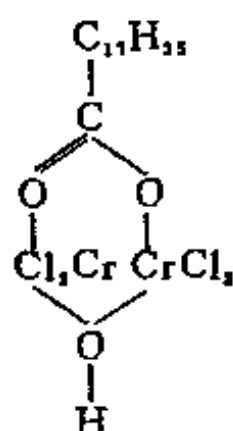
在没有松香胶和硫酸铝的存在下，烷基烯酮二聚体在表面施胶中的应用如表10-3-57所示。

表 10-3-57

纸的种类	应用方法	处理溶液的组成	应用烷基烯酮二聚体的量(%)	施胶效果
58g/m ² 的证券纸	槽法施胶	0.2%烷基烯酮二聚体, 4.0%淀粉	0.13	可在20%乳酸墨水 中漂浮60min
碱性黄麻挂面纸板	压光机施胶	0.75%烷基烯酮二聚体, 1.0%羧甲基纤维素	0.035	水滴试验60min
未漂硫酸盐浆挂面纸板	辊式施胶	0.5%烷基烯酮二聚体, 2.5%淀粉	0.15	能抗20%乳酸墨水的渗透
含碳酸钙填料的印刷纸	辊式施胶	0.6%烷基烯酮二聚体, 5.0%淀粉	0.25	浸入1%NaOH溶液1h, 干燥后仍有一定的施胶度按Tappi标准, 指示剂测定法为30s
58g/m ² 的证券纸	在施胶辊上安装喷雾管	1.0%烷基烯酮二聚体	0.20	可在20%乳酸墨水中漂浮1h

(九) 硬脂酸氯化铬络盐

硬脂酸氯化铬络盐是一种表面施胶剂。维耳纳 (Werner) 式的硬脂酸氯化铬络盐可用下式表示:



硬脂酸氯化铬络盐是一种深绿色的液体, 含硬脂酸氯化铬量为 30%, 其余组成约为 60% 酒精和 10% 水; 密度在 $0.93\text{g}/\text{cm}^3$ 以上, 沸点约 82°C 。

硬脂酸氯化铬仅适用于纸及纸板的表面处理, 通常可用辊式施胶, 槽法施胶或压光机施胶进行表面施胶。

硬脂酸氯化铬与多种表面施胶剂如氧化淀粉、酶转化淀粉、明胶、动物胶、甲基纤维素和水溶性植物胶有混溶性, 可混合使用; 但不能与碱性淀粉、干酪素、海藻酸盐、羧甲基纤维素等混合使用。

通常在纸面上以少量硬脂酸氯化铬处理就能获得良好的施胶效果, 如对用硫酸盐浆制得的各种纸上仅需用 0.5% 的硬脂酸氯化铬处理即能符合要求。

一般是在室温下将硬脂酸氯化铬直接加水搅拌溶解, 再配制成为所需要的 1~5% 的浓度, 多采用 1% 的浓度进行表面施胶。

在使用时调节 pH 值至 4.5 左右, 这样可减少纸张发脆, 但 pH 值高时的稳定性差, 需即配即用。使用时溶液的温度应维持在室温或更低的温度。

九、施胶液的制备和供给系统

1. 型式一

一种施胶液的制备和供给系统如图 10-3-54 所示。

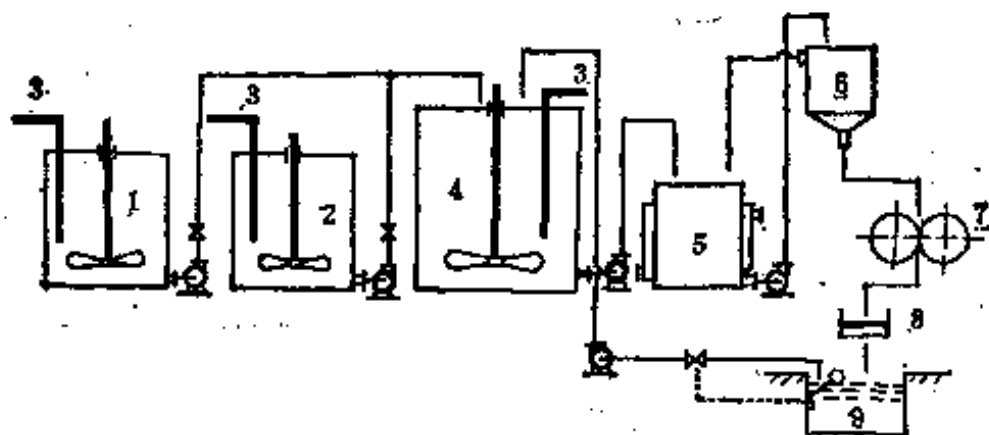


图 10-3-54 一种施胶液的制备和供给系统示意图

1—聚乙烯醇溶解槽 2—氧化淀粉熬制槽 3—蒸汽管 4—保温贮存槽 5—循环槽(带夹套加热) 6—高位槽 7—水平施胶辊 8—筒子 9—胶液小槽

这种施胶液制备和供给系统有以下特点:

- ① 本系统适用于聚乙烯醇和氧化淀粉混合液的表面施胶。
- ② 在聚乙烯醇溶解槽内加水至四分之一,添加浸泡过的聚乙烯醇后进行搅拌,开汽升温,在 95℃ 下熬制 1h。
- ③ 在氧化熬制槽内添加水和淀粉,并加次氯酸盐溶液,在 30~35℃ 下氧化 30min,然后升温至 95℃ 糊化 1h。
- ④ 待两者熬好后按配比打入保温贮存槽内,并适当通汽进行保温。
- ⑤ 施胶液自保温贮存槽间歇地送往抄纸车间的循环槽内。
- ⑥ 施胶液自循环槽再泵送至高位槽,由节门控制连续流至水平施胶辊。高位槽内控制一定的液位,多余的胶液溢流回循环槽。
- ⑦ 自施胶辊流下的胶液落入一胶液小槽,待槽内胶液达到一

定液位后，自动开泵送回至循环槽上的筛子，经过筛后流入循环槽。

2. 型式二

一种胶液的制备和供给系统如图 10-3-55 所示。

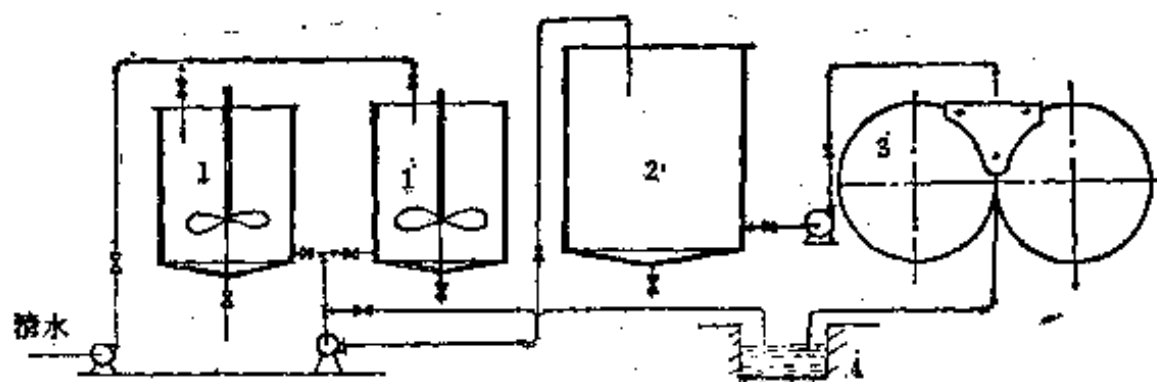


图 10-3-55 一种胶液的制备和供给系统示意图

1—熬胶锅 2—贮存槽 3—水平旋胶辊 4—溢流小槽

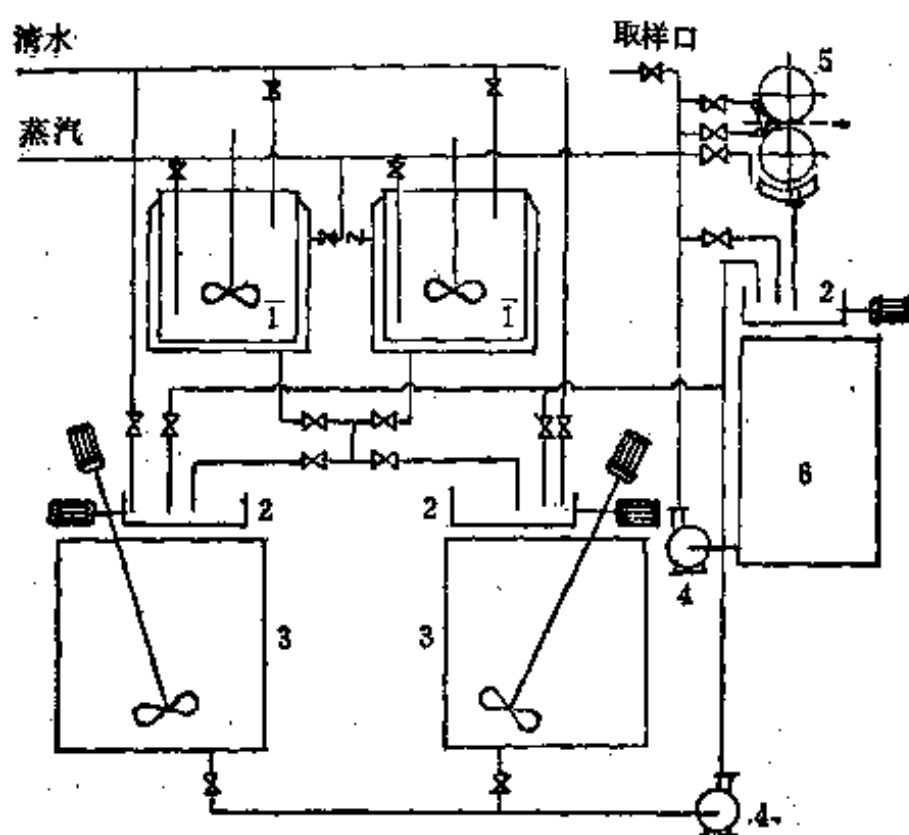


图 10-3-56 一种施胶液的制备和供给系统示意图

1—施胶剂溶解槽 2—振动筛 3—贮存槽 4—泵 5—表面施胶辊 6—工作槽

这种施胶液制备和供给系统有以下特点：

- ① 本系统适用于单独使用氧化淀粉溶液的表面施胶。
- ② 有两个熬胶锅轮流使用。
- ③ 在熬胶锅内熬好的氧化淀粉溶液泵送至贮存槽内，再由节门控制连续流至水平施胶辊。
- ④ 自施胶辊流下的胶液的处理同型式一。

3. 型式三

一种施胶液的制备和供给系统如图 10-3-56 所示。

这种施胶液制备和供给系统有以下特点：

- ① 施胶剂在溶解槽进行搅拌溶解。
- ② 溶解好的施胶液通过振动筛流入贮存槽，随后泵送至工作

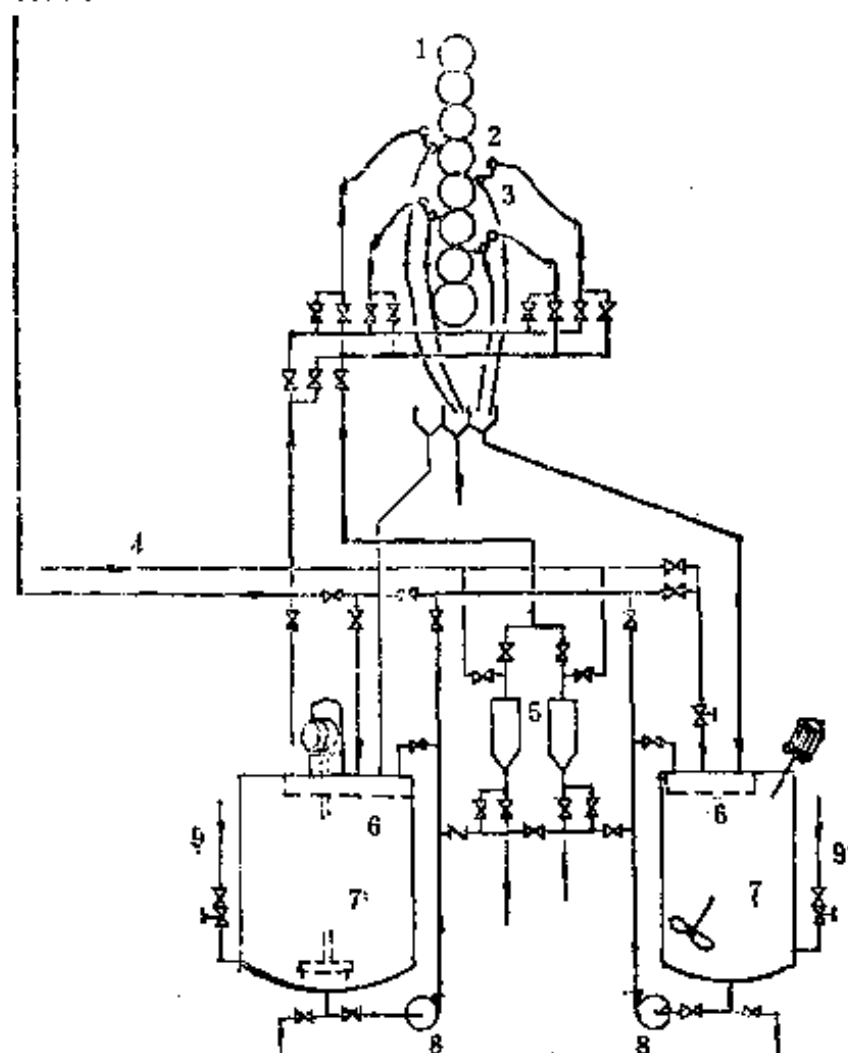


图 10-3-57 一种施胶液的供给系统示意图

1—压光辊 2—水刮刀 3—施胶液供给管 4—热水管 5—过滤器
6—筛板 7—贮存槽 8—泵 9—蒸汽管

槽。

③ 施胶液自工作槽连续送至垂直辊式表面施胶装置对纸幅进行表面施胶。

④ 多余的胶液通过振动筛再流回至工作槽反复使用。

4. 型式四

一种施胶液的供给系统如图 10-3-57 所示。

这种施胶液供给系统有以下特点：

① 施胶液经筛板流进贮存槽。

② 胶液自贮存槽泵送至压光机辊的水刮刀中。

③ 多余的胶液自水刮刀中流下，再经筛板流进贮存槽反复使用。

第四节 纸 的 填 充

所谓加填，就是往浆料中加进一定量的基本上不溶于水的矿物性粉末物质或合成填料粉末物质，使制得的纸张得到不加填料时难以具备的某些性质。

一、加填的目的与作用

在纸张中添加填料的目的与作用如表 10-4-1 所示。

表 10-4-1

目的与作用	原因和结果
提高纸张的不透明度	微小颗粒的填料散射吸收光后能够提高纸张的不透明度。填料的折射系数越高，提高纸张的不透明度的效果越显著
提高纸张的白度(亮度)	填料的白度一般比纸浆的为高，为此加填可提高纸张的白度

续表

目的与作用	原因和结果
改进纸面平滑度和平整性	填料颗粒填补了纤维之间的孔隙, 加填纸张在纸机上易于压光, 而压光后的纸张具有较平滑的表面
改善纸张的适印性能	加填纸张的吸墨性能较好, 使油墨均匀地沿着纸面分布开来, 从而印刷效果良好
提高纸张的柔软性	加填纸张显得柔软、疏松、并有可塑性, 适于铅字的印刷
提高纸张的尺寸稳定性	减少了纸张的变形程度
减轻树脂障碍	一般填料的比表面积大, 表面活性强, 能够吸附树脂, 从而可以防止树脂颗粒的絮凝而减轻树脂障碍
提高纸张的书写性	加填提高了纸张的平滑度, 从而用钢笔或铅笔在纸面上书写, 滑动流畅
节约纸浆, 降低成本	一般的填料价格均比纸浆为低, 从而适当加填可以减少成纸的纸浆消耗量, 降低成本

二、造纸填料的种类与选用

(一) 造纸填料的种类

造纸填料分天然填料和人造填料两类, 如表 10-4-2 所示。

表 10-4-2

天然填料	滑石粉、高岭土、硅藻土、生石膏、熟石膏、重晶石、白垩、炭黑
人造填料	沉淀酸钙、钙镁白、亚硫酸钙、碳酸钡、硫酸钡粉、沉淀硫酸钙、二氧化钛、锌白、钛钙白、锌钡白、双料锌钡白、加钛锌钡白、沉淀硅酸盐、硅酸铝

(二) 填料的选用

填料的选用如表 10-4-3 所示。

对于一些要加填的纸张究竟选择何种填料, 在生产实践中大

表 10-4-3

选 用 原 则	原 因 和 效 果
要求填料有较高的白度和(亮度), 白度一般要求在90%以上	由于填料白度一般比纤维高, 为此加填可提高纸张的白度。填料本身的白度越大, 或者填料和纸浆之间的白度相差越大, 则加填之后能够增加纸张白度的值也就越大
要求填料有较高的光折射率, 较高的散射系数	使填料具有较高的覆盖能力
要求填料颗粒细腻且均匀, 能较多地固存在纸张中	对同一种填料来说, 填料颗粒的大小能够影响纸张的不透明度的高低, 填料的颗粒越小, 在同一用量下对提高纸张不透明度的值也就越大。另外, 填料的颗粒细覆盖能力就越大
要求填料有较高的纯度, 不要含有砂粒和其他杂质	含有砂粒和其他杂质会影响纸面平滑和造成抄纸过程中的困难
要求填料的密度较大, 不溶解或不易溶解于水	填料如溶于水, 则会随同白水而流失
要求填料的化学性质稳定, 不易受酸或等作用而产生变化	在使用时, 填料性质有所改变, 不符合要求
要求填料的灼烧减量不宜过大, 一般要求不大于6%	由于灼烧减量过高, 在高温干燥时有变色现象造成损失
要求资源丰富, 价格低廉, 运输方便	以降低生产成本

体有如表 10-4-4 所示。

表 10-4-4

纸 种	应添加的填料和理由
一般文化用纸	为了改善印刷性能、不透明度和降低成本, 多添加价廉的滑石粉, 国外也经常添加高岭土
卷烟纸	要求一定的透气度和特殊燃烧性能, 应添加碳酸钙
邮票纸	要求印刷性能良好, 吸收油墨的速度快, 应添加碳酸钙
薄页纸, 如字典纸, 薄凸版纸	由于薄纸, 对于其不透明度要求更高, 应添加二氧化钛或碳酸钙等

续表

纸 种	应添加的填料和理由
特殊要求的工业用纸, 如装饰纸 (钛白纸)	应添加二氧化钛, 以提高纸张的导电性能
特殊要求的导电纸	添加碳黑以提高纸张的导电性能
特殊要求的字型纸板	添加硅藻土以提高纸板的可塑性和耐热性

(三) 加填的不良影响

加填的不良影响如表 10-4-5 所示。

表 10-4-5

项 目	原 因 和 效 果
降低纸张强度	加填会影响纸张的物理强度, 如纸张的裂断长、耐破度和耐折度有较大的下降, 而对撕裂度的影响较小。这是由于填料颗粒填充于纤维间, 减少纤维间的接触面, 妨碍纤维间氢键的结合
降低施胶度	大多数填料都对纸张的施胶有影响, 以碳酸钙的影响为最大。但对一般填料来说, 加填量不超过10%~15%, 对施胶度的影响还不太严重
影响压光	对加填的纸张, 如压光过于剧烈, 既易于损伤纤维, 导致纸张物理强度的下降, 又会在纸面上出现“黑道”
增加掉粉	加填纸张, 纤维间结合较差, 又往往导致纸面掉毛掉粉, 对含有较多苇浆或磨木浆的纸张来说, 掉毛掉粉常常是与加用填料过多有关
增大两面性	在纸机网部脱水时, 填料易于从网面脱落下来, 从而增大了纸张的两面性
增加造纸设备的磨损和沾污	由于一般的填料质硬, 特别是添加含有石英量高的填料, 会增加对成形网(铜网或塑料网), 脱水板、案辊等的磨损。另外, 添加填料会增加辊子、毛毯等的沾污
易于产生腐浆	在夏季, 由于回用白水中带有较多填料, 易于在管道中, 或在贮浆池、稳浆箱等处产生腐浆。有些工厂在夏季适当减少填料用量

(四) 不加填料的纸种

一般纸张都加有一定量的填料，但由于特殊使用的性能也有一些不加填的纸种，如表 10-4-6 所示。

表 10-4-6

使用性能的要求	纸 张 品 种
物理强度要求较高的纸种	纸袋纸、电缆纸、鸡皮纸、钞票纸、信封纸
电绝缘性能良好的纸种	电容器纸、电话纸
吸收性能良好的纸种	羊皮纸原纸、铜纸原纸、皱纹纸原纸
透明度要求高的纸种	描图纸、半透明纸
过滤性能要求良好的纸种	普通滤纸、工业滤纸、无灰滤纸、国防用滤纸
薄型纸种	拷贝纸、打字蜡纸原纸、擦镜纸
特殊用途的纸种	导火线纸、纸管纸、弹筒纸、仪器记录纸
避免机械强度降低或其它的纸种	制图纸、水彩画纸、海图纸、证券纸、晒图原纸

但是，有时对一些用木浆抄制的不加填的纸种，为了减少树脂障碍，也加入少量的填料，例如，用亚硫酸盐木浆抄制的半透明纸就加入 5% 的填料。

三、各种填料的性质与应用

(一) 常用的各种填料

1. 滑石粉

(1) 性质

滑石是天然矿石，磨碎后成为滑石粉，其性质如表 10-4-7 所示。

滑石粉是单斜晶系，成六方或菱形板状结晶，并常成片状，鳞

表 10-4-7

分子式	近似分析 %	密度 (g/cm ³)	粒度 (μm)	折光率	白度 (%)
3MgO·4SiO ₂ ·H ₂ O 或 Mg ₃ (Si ₄ O ₁₀)(OH) ₂	52~63SiO ₂ 27~31.5MgO 0.3~2.6Al ₂ O ₃ 0.6~6.0H ₂ O	2.6~2.8	0.25~5.0	1.57	96.8

片状或致密块状集合体。滑石粉有滑腻感,极软,化学性质不活泼。

磨细的滑石粉颗粒呈细小片状,在其平面上是疏水的,而在其边角上也是疏水的。这一性质使得滑石粉不易分散在水中,但也说明能够适度吸住纸浆中树脂颗粒,并防止了树脂颗粒在纸机生产上的凝聚。

(2) 滑石粉在造纸工业中的应用

滑石粉是一种良好的填料,能满足一般纸张的质量要求,加之我国滑石粉矿源丰富,质量甚好,价格也低,因而在我国造纸厂应用得最广泛,使用滑石粉作为造纸填料适用的纸种和优缺点如表 10-4-8 所示。

表 10-4-8

适用的纸种	优点	缺点
印刷纸、书写纸、打字纸、有光纸	能提高纸张的印刷性能;能增加纸张的平滑度和光泽度;能提高纸张的不透明度;能增加纸张的白度;减少纸张的变形,即提高纸张的尺寸稳定性;由于价格低廉,能降低纸张成本	由于折光率和散射系数均不太高,为此提高纸张的不透明度不如二氧化钛和碳酸钙显著;添加量达到一定值后,降低纸张的物理强度,影响纸张的施胶度

2. 高岭土

(1) 性质和生产方法

高岭土又称瓷土或白土,其性质如表 10-4-9 所示。

高岭土的主要矿物成分是高岭石,它由长石或云母风化而成。高岭石一般含有较多的石英和云母杂质,我国苏州高岭土含有石

表 10-4-9

分子式	近似分析 (%)	密度 (g/cm ³)	粒度 (μm)	折光率 1.5	散射系数 (100Sp)	白度 %
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ $2\text{H}_2\text{O}$	43~52 SiO_2 34~42 Al_2O_3 6~15 H_2O	2.6~2.8	0.5~10.0	1.56	9.5~11.5	82

英和云母等杂质 10~25%，为此在使用时需要净制。

高岭土以其洁白的基色、高度的分散性和可塑性、很高的电阻和耐火度、良好的吸附性和化学惰性，以及原矿的广泛分布、丰富的贮藏量和通常较易采选等特点而在工业上获得广泛的应用。

高岭土的颗粒有呈六角片状和管状两种，也有六角片状和管状共生体。

(2) 高岭土的化学成分和高岭土悬浮液的一些指标

① 苏州手选高岭土的化学成分指标如表 10-4-10 所示。

表 10-4-10

化学成分	指 标 (%)			
	特级	一级	二级	三级
SiO_2 不大于	48.0	48.0	47.0	51.0
Al_2O_3 不小于	37.0	37.0	35.0	34.0
Fe_2O_3 不大于	0.5	0.5	1.0	1.2
TiO_2 不大于	0.1	0.2	0.2	0.5
$\text{CaO} + \text{MgO}$ 不大于	1.0	1.0	1.5	2.0
$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 不大于	0.5	0.5	0.7	1.0
SO_3 不大于	0.3	0.5	0.7	1.0

② 国外一种典型高岭土的化学分析如表 10-4-11 所示。

③ 高岭土悬浮液的浓度与密度的关系如表 10-4-12 所示。

(3) 高岭土在造纸工业中的应用

在国外，尤其是在北美和欧洲，高岭土除用作纸张的表面涂布外，目前高岭土作为纸张的填料仍占很大的比重。但在我国的造纸工业中，高岭土多用于纸张的表面涂布。使用高岭土作为造

表 10-4-11

化 学 成 分	指 标 (%)
Al ₂ O ₃	39.42
SiO ₂	44.32
Fe ₂ O ₃	0.67
TiO ₂	1.29
CaO	0.68
MgO	0.21
H ₂ O(结合的)	13.95

表 10-4-12

1L高岭土 悬浮液的 重量(g)	1L悬浮液中干高岭土含量 (g)									
	高岭土密度 (g/cm ³)									
	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65
1080	147	144	141	139	137	135	133	132	130	128
1075	137	135	133	131	129	127	125	123	122	120
1070	128	126	124	122	120	118	117	116	114	112
1065	119	117	115	113	111	110	108	107	106	104
1060	110	108	106	104	103	101	100	99	97	96
1055	101	99	97	96	94	93	92	90	89	88
1050	92	90	88	87	86	84	83	82	81	80
1045	82	81	80	78	77	76	75	74	73	72
1040	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64
1035	64	63	62	61	60	59	58	58	57	56
1030	55	54	53	52	51	51	50	49	49	48
1025	46	45	45	43	43	42	42	41	41	40
1020	37	36	35	35	34	34	33	33	32	32
1015	27	27	27	26	26	26	25	25	25	24
1010	18	18	18	17	17	17	17	16	16	16
1005	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8

纸填料适用的纸种和优缺点如表 10-4-13 所示。

高岭土含量对纸张某些性质的影响如表 10-4-14 所示。

3. 碳酸钙

表 10-4-13

适用的纸种	优点	缺点
印刷纸、书写纸 铜版原纸	增加纸张的平滑度和光泽度，提高纸张的印刷性能，提高纸张的不透明度，增加纸张的白度	降低纸张的抗张强度，降低纸张的松厚度，添加量达到一定值后，影响纸张的施胶度

表 10-4-14

生产纸的条件	高岭土的添加量 (对绝干纤维重的%)	纸的定量 (g/m ²)	断裂长 (cm)	伸长率 (%)	耐折度 (双折次)	在 10% Na ₂ CO ₃ 溶液中的 透水阻力 (min)	纤维之间的结合力 (×9.8 MPa)	纸的灰分 (%)
绘图纸，100%漂白亚硫酸盐木浆，打浆至32°SR 在配比中加入： 松香3%，硫酸铝8%和淀粉5%（对纤维重量）纸的定量~100g/m ²	0	102	4310	3.2	2000	13.5	0.095	0.87
	5	100	3720	3.8	1348	11.7	0.082	2.8
	10	98	3220	2.7	479	12.0	0.078	5.7
	15	101	3010	2.1	351	12.5	0.060	6.62
	20	103	3000	1.8	305	11.0	0.057	10.64
	25	101	2730	2.0	102	10.0	0.047	11.35
同一条件，纸的定量~200g/m ²	0	214	4420	4.7	3000	60	0.098	0.69
	5	227	4160	4.2	3000	60	0.096	3.03
	10	200	4040	3.7	3000	60	0.087	4.24
	15	201	3610	3.7	1773	50	0.074	7.24
	20	200	3570	3.2	1612	45	0.070	8.81
	25	197	2410	2.5	720	30	0.060	11.14

(1) 种类和性质

用作造纸填料的碳酸钙有白垩、沉淀轻质碳酸钙和钙镁白等三种。白垩是天然产品，由方解石质点与有孔虫、软骨动物和球菌类的方解石质碎质组成的沉积岩，主要成分为碳酸钙。白垩呈白色至灰白色，松软而易粉碎。磨碎后的粉末称为白垩，也叫做磨碎碳酸钙。钙镁白是经化学反应而制得。白垩和钙镁白的粒度均较大，加填效果不如粒度较小的沉淀碳酸钙。常用作为造纸填料的是沉淀碳酸钙。

三种填料的性质如表 10-4-15 所示。

表 10-4-15

种 类	分子式	近似分析(%)	密 度 (g/cm ³)	折光率	白度(%)	适用纸种
白 堇	CaCO ₃	95.6CaCO ₃ 4.4H ₂ O	2.2~2.7	1.56	90	卷烟纸 字典纸
沉淀碳酸钙	CaCO ₃	95.6CaCO ₃ 4.4H ₂ O	2.2~2.95	1.58	97	卷烟纸 字典纸 薄型印刷纸
钙镁白	CaCO ₃ · Mg(OH) ₂	65CaCO ₃ 35Mg(OH) ₂	2.5~2.7	1.63	95~96	铜版纸

(2) 沉淀碳酸钙

沉淀碳酸钙的白度比较高, 是一种碱性填料, 化学稳定性较差, 能与硫酸铝起化学反应而放出二氧化碳。碳酸钙的灼烧损失大, 达到 40%。沉淀碳酸钙又分轻质碳酸钙和重质碳酸钙两种。造纸厂一般是使用干燥的商品轻质碳酸钙作为填料, 而碳酸钙用量较大的造纸厂也可自制沉淀碳酸钙溶液, 这样不但可保证抄纸所需要的质量, 并且也能节约成本。

对于造纸工业作为填料的碳酸钙有其特殊性, 即要求其沉降体积较大, 这表示填料的粒度小; 另外对水分含量要求不严格。

轻质碳酸钙质量标准见 HG1-517-74 (《制浆造纸手册》第一分册 P32)。

自制碳酸钙溶液的质量指标如表 10-4-16 所示。

表 10-4-16

项 目	指 标 要 求
液体浓度 (°B'e)	15.5~16.5
沉降度 (格)	45~60 (在 25±2℃ 条件下, 用测定每小时的沉降度表示)
氧化铁含量不大于	1%
pH 值	6.5~7.5
白度	93° 以上 (蓝光法)

(3) 自制液体碳酸钙的生产实例

碳酸钙用量较大的造纸厂，可自行制造液体碳酸钙，这样不但可以保证造纸所用的质量，并且也能节约成本。

1) 生产流程：自制液体碳酸钙的生产流程如图 10-4-1 所示。

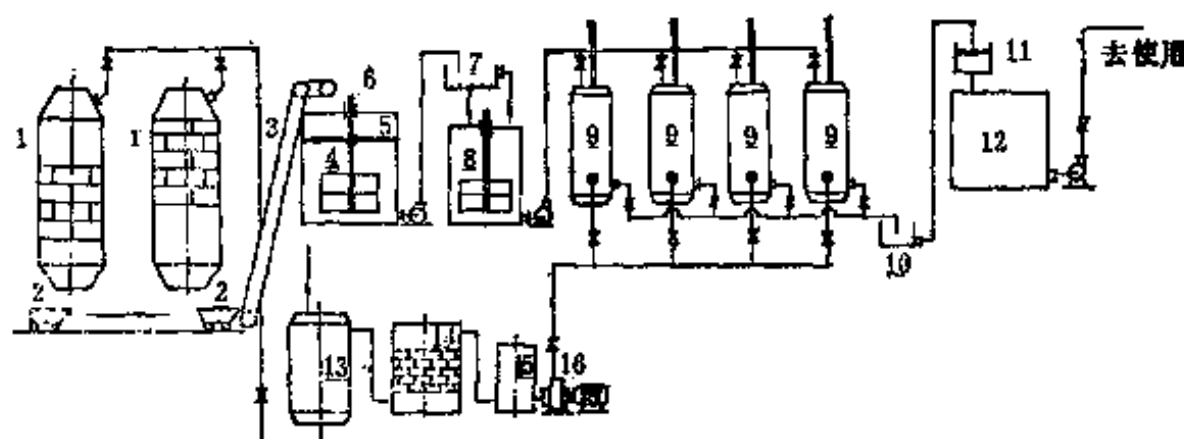


图 10-4-1 自制液体碳酸钙生产流程示意图

1—石灰窑 2—推料车 3—提升机 4—化灰槽 5—筛板 6—搅拌器
7—沉砂沟 8—石灰乳贮存槽 9—碳化桶 10—中间槽 11—振动筛
12—澄清槽 13—炉气洗涤塔 14—分离塔 15—贮气罐 16—风机

2) 原料：主要原料是石灰石，其质量要求不应太硬，并要求质地柔软细腻，硅含量少。

烧窑时的燃料应采用块状或粉末状的无烟煤。

3) 技术条件和操作要点：

① 石灰窑工序：

- a. 石灰石与无烟煤配合比例要准确掌握。
- b. 窑区管道需密闭不漏气。
- c. 窑内炉气二氧化碳浓度应掌握在 25% 左右。

② 化灰工序：

a. 首先在化灰槽内放入温水（自澄清槽内泌出的），将烧好的块状石灰用提升机提起倒至化灰槽的筛板上。此时石灰浸在温水中开始溶解，随后开动搅拌器加速石灰溶解成石灰乳液。

b. 粗大杂质被阻留在筛板上, 间歇地清除出。

c. 在搅拌过程中测定石灰乳液的浓度, 当其达到 $8\sim 9^{\circ}\text{B}^{\circ}\text{e}$ 时, 即合乎使用的要求。

d. 随后泵送出合乎要求的石灰乳液先经沉砂沟, 再经 65 目振动筛后流入石灰乳贮存槽内备用。

③ 碳化工序:

a. 将制成的石灰乳液自贮存槽泵入碳化桶内。

b. 每一碳化桶单独进行通气, 石灰窑内炉气的二氧化碳浓度一般在 25% 左右, 通气时间与碳化桶容积有关, 一般在 90min 左右。

c. 反应终点的测定是用酚酞指示剂滴定碳酸钙溶液至无色。为了防止碱的回升, 在达到反应终点以后可适当延长碳化时间 $5\sim 10\text{min}$, 或者加磷酸调节酸度。

d. 制成的液体碳酸钙需经过滤后流入澄清槽进行沉淀, 滤出沉淀层上面的清液。

e. 在沉降以后, 将液体碳酸钙调节至浓度为 $14.5\sim 16^{\circ}\text{B}^{\circ}\text{e}$ 备用或可直接送往造纸车间使用。

④ 液体碳酸钙的检验:

a. 沉降度的测定: 称取碳酸钙试样 10g (准确至 0.1g), 放入预先盛有 50ml 蒸馏水的带磨口塞的量筒中, 待试样完全浸透后再加蒸馏水至 100ml 刻度处。随后上下振荡 3min (每分钟振荡约 100~120 次) 置于室温静置 3h 后, 记录沉降物所占的容积。

为了及时指导生产, 测定时间可改为 1h, 然后测量沉降度, 以 45ml 为合格的产品。

b. 游离碱含量的测定: 称取试样 5g (准确至 0.01g), 置于 250ml 的烧杯中, 加入 100ml 除去二氧化碳的热水煮沸 5min, 随后用滤纸乘热过滤, 再用 50ml 除去二氧化碳的热水洗涤沉淀物两次。以酚酞作指示剂, 用 $0.02N$ 的盐酸标准溶液滴定至溶液

恰恰消失红色为止。

游离碱含量%(x)按下式计算:

$$x = \frac{V \times N \times 0.02804}{G} \times 100$$

式中 V ——消耗盐酸标准溶液的体积 (ml)

N ——盐酸标准溶液的当量浓度

G ——试样重量 (g)

0.02804——每毫克当量氧化钙的克数

平行试验结果相差不得超过 0.01%。

c. 白度: 将液体碳酸钙烘干后, 用蓝光白度仪进行测定。

(4) 碳酸钙在造纸工业中的应用

碳酸钙是一种良好的造纸填料, 天然产品白垩的粒度较大, 加填效果不如粒度较小的沉淀轻质碳酸钙。

碳酸钙在造纸中主要用作印刷纸、卷烟纸的填料, 其优点如表 10-4-17 所示。

表 10-4-17

用 途	优 点
作为印刷纸的填料	提高纸张的不透明度, 增加纸张的白度, 提高纸张的印刷性能, 增加纸张的吸油墨性能, 提高纸张的松软性
作为卷烟纸的填料	可以提高卷烟纸的透气度, 能使卷烟纸的燃烧性能在燃烧过程中得到调整, 能使烟灰发白

使用碳酸钙作为填料的缺点如下:

① 碳酸钙是一种碱性填料, 化学稳定性较差, 如用作为印刷纸的填料, 碳酸钙能与硫酸铝作用, 消耗硫酸铝用量, 并影响施胶。

② 碳酸钙能与硫酸铝或酸起作用生成二氧化碳, 而造成较多泡沫, 影响操作。

③ 如生产色纸, 会影响色纸的色调。

④ 碳酸钙作为亚硫酸盐木浆的填料, 会加剧树脂障碍。

克服由于使用碳酸钙而出现问题的措施:

① 在满足纸张印刷性能要求的情况下,加入部分滑石粉与碳酸钙混合使用,从而减少碳酸钙用量,以减少因使用碳酸钙而造成的不良影响。

② 合理安排碳酸钙的加入位置,使它尽量接近上网时加入,从而减少碳酸钙和硫酸铝起作用的时间。

③ 加强设备清洁工作,尤其是在夏季更要特别注意。

4. 二氧化钛

(1) 性质

二氧化钛又称钛白或钛白粉,分子式 TiO_2 ,分子量 79.9。二氧化钛是一种白色多晶型的化合物,呈白色粉末状,它在造纸工业中用于纸张表面涂布和纸张填充,属于高效填料。在自然界中有全红石、锐钛矿和板钛矿,它们是二氧化钛的三种变体。工业上主要有全红石型和锐钛型两种,以全红石型最为稳定,其熔点为 $1850 \pm 20^\circ\text{C}$ 。锐钛型只在低温下稳定,加热到 900°C 以上即向全红石型转化。

全红石型和锐钛型二氧化钛的比较如表 10-4-18 所示。

表 10-4-18

晶 型	锐 钛 型	全 红 石 型
密度 (g/cm^3)	3.8~3.9	4.2~4.3
硬度	5~5.6	6~6.5
介电常数	78	173~180
白度 (%)	98.5	98.0
折光率	2.52	2.71

二氧化钛化学性质非常不活泼,常温下几乎不与其他元素或化合物作用,它对腐蚀介质的作用非常稳定,不溶于水。

全红石型二氧化钛比锐钛型二氧化钛具有较紧密的结晶结构,从而前者的折光率比后者为高。

(2) 二氧化钛在造纸工业中的应用

二氧化钛属于高效填料，用作造纸填料，其主要优点如下：

- ① 粒度小，平均 $0.15\sim 0.3\mu\text{m}$ ，分散性好，覆盖能力强；
- ② 折光率和散射系数均极高，因而具有极高的不透明度效果。

③在同一不透明度要求的条件下，二氧化钛填料的使用量要比滑石粉等填料的使用量低得多，因此加填对纸张物理强度的影响也就较小。

④ 二氧化钛的本身白度高，为此提高纸张的白度效果很显著。

二氧化钛用作造纸填料的主要缺点是价格太高。由于价格高，因而在国内外，二氧化钛作为造纸填料也只限于某些要求不透明度极高的薄型纸或高级纸。

在国内，二氧化钛已应用在生产字典纸、薄凸版纸、薄画报纸等。例如，某厂生产的定量为 $28\text{g}/\text{m}^2$ 的字典纸，除加有 $30\sim 40\%$ 碳酸钙作为填料外，还添加 3% 的二氧化钛。

在国外，二氧化钛作为填料也应用在字典纸、航空信纸以及低定量印刷纸等。

(二) 不常使用的填料

1. 硫酸钡

包括有天然产品重晶石和人造沉淀产品硫酸钡两种。

(1) 硫酸钡和重晶石的性质与用途等如表 10-4-19 所示。

(2) 硫酸钡和重晶石的性质对比如表 10-4-20 所示。

2. 硅藻土

(1) 形成和性质

硅藻土是陆地岩风化时产生的可溶性硅酸盐，然后流落到海洋中，为硅藻提供必需的结构材料。硅藻死亡后，它的外壳就沉积在淤泥中，形成一种由有机残留物构成的沉积岩。硅藻沉积物

表 10-4-19

项 目	性 质	用 途	优 缺 点
硫酸钡	白色斜方晶体, 密度 4.5g/cm^3 熔点 1580°C , 难溶于水和酸, 可由氯化钡与硫酸钠等制成	主要用于纸张的表面涂布, 但在生产高光泽的纸和纸板以及能格原纸时, 有时也采用硫酸钡作为填料	密度大, 白度高, 覆盖能力强, 化学稳定性良好, 但价格较贵并且作为纸张的填料, 一般的留着率较低
重晶石	系天然产品, 呈白色或灰色, 有时带天蓝色, 斜方晶系, 密度 $4.3\sim 4.6\text{g/cm}^3$	磨成细粉后可用作填料	重晶石的颗粒较硫酸钡为大, 其优缺点基本同硫酸钡

表 10-4-20

项 目	硫 酸 钡	重 晶 石
硫酸钡含量 (%)	97.0	94.0
氧化铁含量 (%) 不大于	0.005	0.005
折光率	1.64	1.64
干燥时白度 (%)	98.1	95.3
颗粒大小 (平均 μm)	0.5~2.0	2.0~6.0

表 10-4-21

项 目	天然硅藻土	煅烧加工硅藻土
密 度 (g/cm^3)	1.95~2.05	2.30~2.36
水分 (%) 不大于	6.0	1.0
通过325目筛的筛余物 (%) 不大于	1~8	1~15
白度 (%)	69~75	85~95
表面积(氮吸收法) (m^2/g)	20~37.3	1.6~4.0
化学分析 (%)		
SiO_2	80~90	80~90
Al_2O_3	3.0~7.0	3.0~7.0
Fe_2O_3	1.0~3.0	1.0~3.0
CaO	0.3~3.0	0.3~3.0
MgO	0.1~1.0	0.1~1.0
烧失量	4.0~7.5	0.5~1.5

的特点是密度很低，结构松散呈细粒状，多孔，所以也就有较高的吸附能力。

天然硅藻土也可通过煅烧加工，加工后产品的白度有所提高。天然与加工的硅藻土的性质比较如表 10-4-21 所示。

(2) 硅藻土在造纸工业中的应用

硅藻土可用作造纸填料，在纸浆中加入0.5~15%的硅藻土可以克服树脂障碍，并同时改进纸张的匀度和滤水性能。对于一般纸板添加硅藻土可以增进松厚度，对于字型纸板添加硅藻土可以提高纸板的可塑性和耐热性。

3. 石膏

表 10-4-22

名 称	性 质	应 用
锌钡白	俗名立德粉(lithopone的音译)，是硫化锌和硫酸钡的混合白色颜料，一般含硫化锌28~30%。锌钡白的折光率为1.84，颜色纯白，遮盖能力比锌白强，但次于二氧化钛	可作为证券纸、特种纸的造纸填料用
锌白	是氧化锌的俗名，白色六角晶体成粉末。锌白的密度大，它与酸起化学作用，并在高热下将还原成金属锌。锌白的折光率2.01，颗粒大小0.3~0.5 μ m，白度97~98%	主要用于纸张的表面涂布，有时也作为高级薄纸的填料用，但使用效果不如二氧化钛
硫化锌	是在可溶性盐的溶液中通入硫化氢而制得，在沉淀以后再经过过滤、干燥和煅烧。煅烧时硫化锌开始晶体成长。由折光率低的水化物质变为折光率高的结晶物质。硫化锌含95%ZnS密度为4.0g/cm ³ ，折光率2.37，颗粒大小为0.3~0.5 μ m	作为造纸填料，目前硫化锌已多为二氧化钛所取代，仅在个别情况下仍用作为高级薄纸的填料
亚硫酸钙	适用于造纸填料的亚硫酸钙是在50~60℃湿度下，初热的二氧化硫气体(含二氧化硫17~18%)与喷射下来的热的石灰乳液作用而制得。亚硫酸钙的密度2.51g/cm ³ ，折光率1.57，白度也较高	可用作施胶纸和未施胶纸的填料用。但在使用时如遇有硫酸铝将放出SO ₂ 。它遇水生成亚硫酸，这对铜网等有腐蚀作用，从而未获得广泛使用
钛酸钾	分子式是K ₂ O·4TiO ₂ ，它含有80%TiO ₂ ，15%K ₂ O和5%灼烧损失。钛酸钾是针状颗粒，折光率为2.35	特别适用于作为含有荧光增白剂的纸张的填料，但由于价格较贵，未获得广泛应用

天然石膏的理论成分是 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，含有 32.6% CaO ，45.5% SO_3 和 19.4% H_2O 。石膏的密度 $2.2 \sim 2.4 \text{g/cm}^3$ 性脆。

石膏开采出来后，根据外观检查加以分选，再粉碎成细末，并进行筛分即得生石膏。生石膏加工精制加热至 150°C ，使之部分脱水即得熟石膏。

石膏的白度较高，生石膏的折光率为 $1.52 \sim 1.59$ ，而熟石膏的折光率为 $1.57 \sim 1.67$ 。

以前石膏也有作为书写纸、证券纸和印刷纸填料用的，可是石膏的主要缺点是部分溶解于水，即在 $400 \sim 445 \text{kg}$ 水中能溶解石膏 1kg ，为此填料留着率较低，加之一些其它缺点，目前石膏作为造纸填料没有得到广泛的应用。

4. 其他一些不常用的填料

其他一些不常用的填料如表 10-4-22 所示。

(三) 合成填料

1. 合成硅铝填料

合成硅铝填料是在激烈搅拌的条件下，把水玻璃加入硫酸铝溶液中，生成无定形葡萄状沉淀而制得。

(1) 原料

① 水玻璃：硅（氧化钠比氧化硅） $=1:3.18$ ，密度 1.377g/cm^3 ，浓度（ 100g 水玻璃液中含氧化钠、氧化硅量）36.28%。

② 硫酸铝：造纸用，含三氧化二铝 15.8%。

③ 氢氧化钠：工业用。

合成硅铝填料制备时原料配比如表 10-4-23 所示。

(2) 反应液的制备：

以配制成硅铝填料含 2kg 三氧化二铝为例：

① 硫酸铝溶液：三氧化二铝 2kg ，折合硫酸铝为 12.7kg ，配成以三氧化二铝计 1.4% 的硫酸铝液，即 12.7kg 硫酸铝加水 130.3kg 。

表 10-4-23

原 料	重 量 比	备 注
三氧化二铝	1	硫酸铝以三氧化二铝含量计, 水玻璃以氧化钠、氧化硅含量计
水 玻 璃	2.2	
氢氧化钠(第一次加碱)	0.55	
氢氧化钠(第二次加碱)	0.19	

② 水玻璃: 以氧化钠、氧化硅量计 4.4kg, 折合水玻璃 12.1kg, 配成以氧化钠、氧化硅计 7.3% 浓度的水玻璃反应液, 即 12.1kg 水玻璃液加水 54kg。

③ 氢氧化钠 (第一次加碱): 需氢氧化钠 1.1kg, 配成 31% 浓度的氢氧化钠液即加水 2.45kg。

④ 氢氧化钠 (第二次加碱): 需氢氧化钠 0.38kg, 配成 16.7% 浓度的氢氧化钠液即加水 1.89kg。

(3) 生产流程

试制合成硅铝填料的流程如图 10-4-2 所示。

(4) 使用效果

使用合成硅铝填料与使用碳酸钙附加滑石粉混合填料相比, 在抄造定量为 30g/m² 的薄凸版纸时, 合成硅铝填料对纸张的不透明度和白度均有提高, 其对比如表 10-4-24 所示。

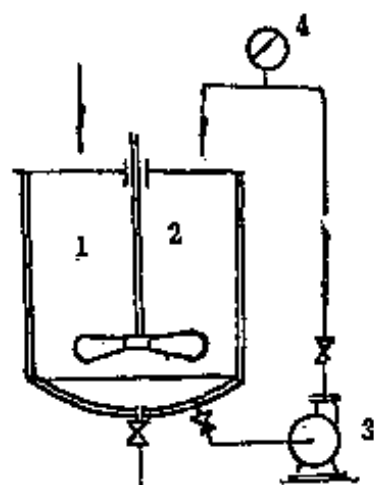


图 10-4-2 试制合成硅铝
填料流程图

1—搅拌桶(300L) 2—搅拌器(1380r/min)
3—泵 4—压力表

合成硅铝填料的另一优点是在抄造过程中泡沫较少, 但其缺点是成本较高。

2. 合成硅质填料

合成硅质填料是用水玻璃、盐酸和氯化钙制成, 即用盐酸部

表 10-4-24

填料种类和配用量	不透明度 (%)	白度 (%)
10%合成硅质填料	84	70.9
20%碳酸钙+10%滑石粉	82.1	68.4

分地中和水玻璃（硅酸钠）形成一种硅化物。在硅化物沉淀即将出现或尚未出现以前，立即加入过量的氯化钙溶液而生成硅酸钙沉淀。

(1) 性质

合成硅质填料的性质如表 10-4-25 所示。

表 10-4-25

性 质	说 明
成 分	成分为 $\text{Ca}(\text{SiO}_3)_x$ ，其中 x 为 SiO_2 与 CaO 之比，一般为 5~15
形 状	基本上无定形的由微小颗粒凝聚而成的白色粉状物，在电子显微镜下观察如同一串串葡萄
粒 度	每一颗粒的直径约为 0.10~0.15 μm

(2) 原料

① 水玻璃：硅（氧化钠比氧化硅）= 1:3.3。水玻璃原来浓度为 40°Bé，使用时稀释至 10°Bé， Na_2O 含量为 2.15%。

② 盐酸：使用时浓度为 2%。

③ 氯化钙：使用时浓度 5%。

(3) 添加量

以 0.6 当量的盐酸中和水玻璃，再以过量的 50% 的氯化钙沉淀硅化物。在连续生产时，三种原料以小时计的配比如表 10-4-26 所示。

(4) 生产流程

合成硅质填料的生产流程如图 10-4-3 所示。

表 10-4-26

化 学 药 品	每小时添加量(kg)
10°B'e水玻璃	249.0
2%盐酸	190.0
5%氯化钙	192.5

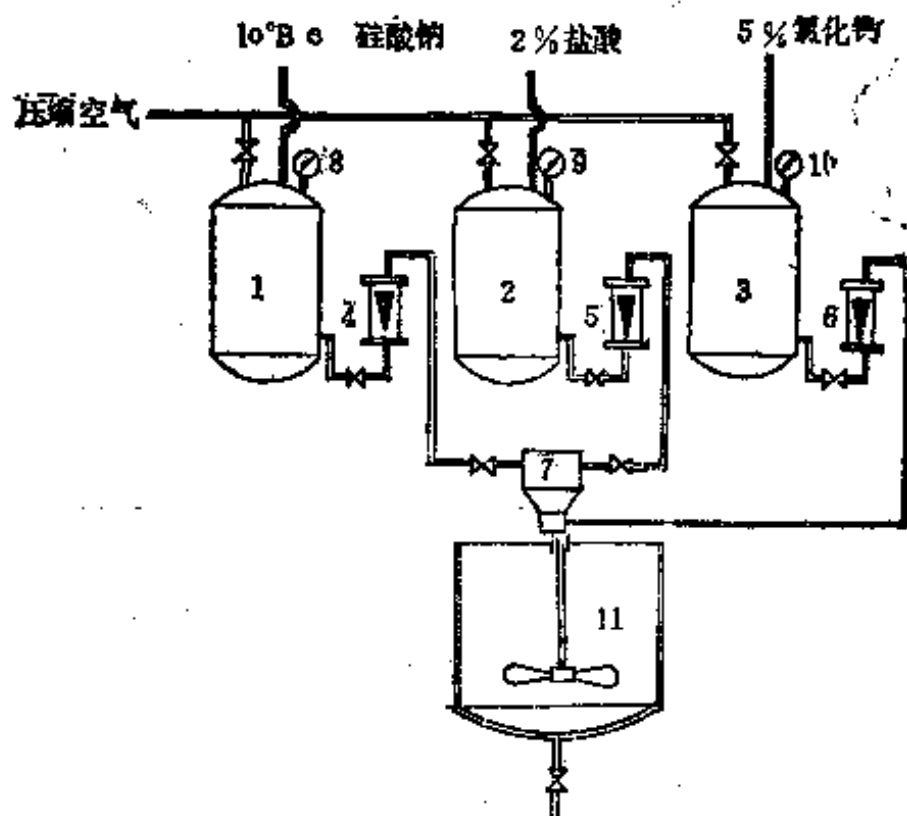


图 10-4-3 合成硅质填料的生产流程示意图

1, 2, 3—密封贮槽 4, 5, 6—转子流量计 7—强化器 8, 9, 10—压力表
11—成品贮槽

(5) 设备情况

① 三种溶液分别贮存在密封贮槽内, 为了提高溶液混合时的剧烈程度, 还往贮槽内通入压缩空气, 维持压力为 294kPa ($3\text{kg}/\text{cm}^2$)

② 三种溶液的混合是在如图 10-4-4 所示的强化器内进行。

③ 三种溶液的投料量分别以转子流量计来控制。

(6) 生产操作

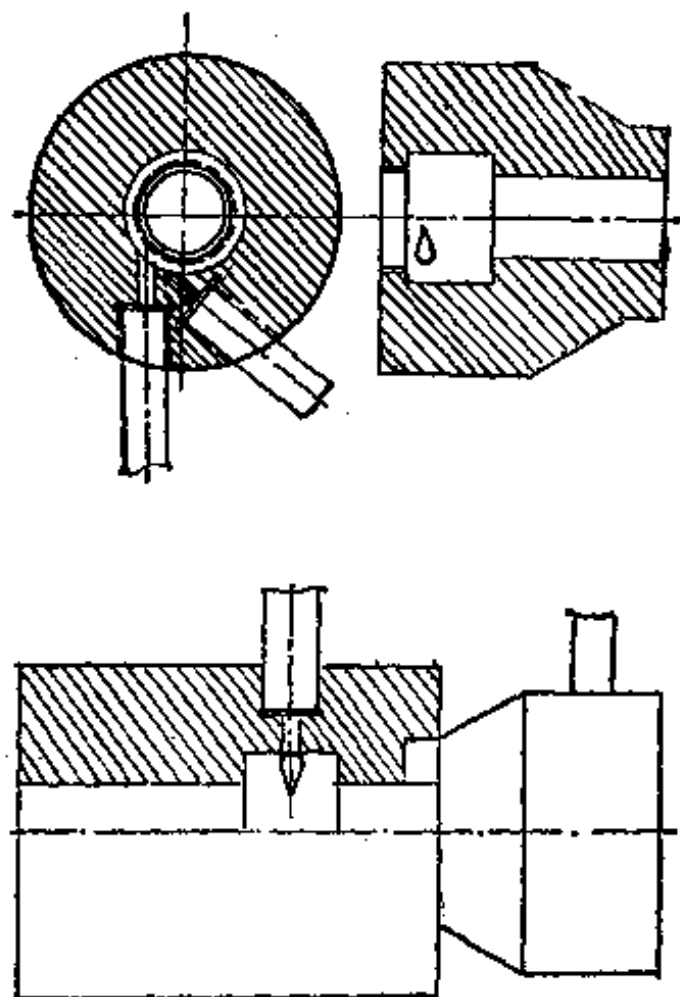


图 10-4-4 强化器示意图

① 在压缩空气的作用下,水玻璃溶液呈急流状态通过转子流量计进入强化器。

② 同样,盐酸沿着水玻璃溶液的流动方向自另一进口进入强化器。

③ 在同样条件下,氯化钙溶液自强化器下面的进口进入强化器。三者混合后得到的反应物,导入一预先加有部分 5% 氯化钙的带搅拌器的贮槽中。

④ 所得产品为 pH 值 8~10 的白色悬浮液,这种成品可立即投入造纸厂使用,也可经过洗涤、干燥和研磨成粉末备用。

(7) 使用效果

以硅质填料与其他填料相比的生产试验结果如表 10-4-27 所示。

表 10-4-27

项 目	硅质填料20%	二氧化钛4.8%, 碳酸钙10%, 滑石粉20%, CMC0.83%
定量(g/m ²)	33.0	34.4
紧度(g/cm ³)	0.70	0.78
裂断长(m)	2250	2150
白度(%)	81.1	78.2
不透明度(%)	76.9	75.2

另一生产试验结果如表 10-4-28 所示。

表 10-4-28

项 目	硅质填料21%	二氧化钛5.7%, 滑石粉 30.6%
定量(g/m ²)	35	38
裂断长(m)	3561	3678
白度(%)	80.3	75.7
不透明度(%)	83.4	79.5
灰分(%)	12.3	30.0

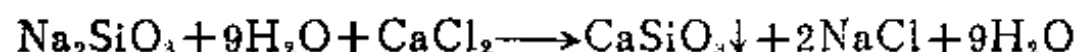
硅质填料的优点是颗粒小，分散性好，在添加量不太大的情况下可获得较高的白度和不透明度，但硅质填料的缺点是成本较高。

3. 纤维填料

一种纤维填料是用纸浆纤维与氯化钙和水玻璃充分混合而制成。

(1) 制备原理

纸浆纤维经氯化钙处理后有润胀作用，另外氯化钙与水玻璃作用生成硅酸钙小粒子，它牢固地吸附在纸浆纤维上纤维填料，其反应式如下：



(2) 制备过程

制备过程的两种配比如表 10-4-29 所示。

表 10-4-29

	亚硫酸盐木浆(绝干重g)	氯化钙(g)	水玻璃(g)
配比 1	100	125	257
配比 2	150	187.5	385.7

制备过程是，先将氯化钙溶于水，过筛后加入打浆机中，随后开动打浆机将漂白亚硫酸盐木浆逐步加入，调节至一定的浆料浓度进行打浆。待打浆至打浆度 $38\sim 40^{\circ}\text{SR}$ ，加入水玻璃溶液，并用硫酸铝溶液调节 pH 值至 $5.0\sim 5.5$ 左右，继续打浆 45min，此时即制得纤维填料。

(3) 使用效果

使用 15% 纤维填料和用 5% 二氧化钛施加在纸浆内相比较，其抄得的纸张的白度和不透明度基本相近，为此纤维填料的加填效果是较好的。

4. 塑料填料

国外研制了一种以聚乙烯为主要成分的塑料填料，它的密度比高岭土小一半，为此适宜于作为低定量纸的填料。另外，还研制出一种以尿素树脂构成的塑料填料，它对提高纸的白度和不透明度是有效的。

四、填料的用量与添加

(一) 填料的用量

在一般情况下，确定填料用量时要考虑下列因素：

- (1) 纸张的种类和质量要求。
- (2) 填料的种类和性质。
- (3) 纸浆的种类和配比。
- (4) 造纸机的抄速和抄造条件。

加填量是指加入填料对纤维重量的百分比,有少至 2%,有高达 40% 以上的,多数为 10~25%。

一些纸张的实际加填量如下:

1. 文化用纸填料添加量

对于一般文化用纸为改善印刷性能及降低透明度(透印)多添加滑石粉,滑石粉的实际添加量示例见表 10-4-30。

表 10-4-30

纸张品种	定量(g/m ²)	原料配比	加填量(%)
新闻纸	52	75~80%磨木浆 20~25%未漂亚硫酸盐木浆	3
新闻纸	52	88%磨木浆 12%未漂亚硫酸盐木浆	5
凸版纸	52	100%漂白亚硫酸盐苇浆	25
凸版纸	52	80%漂白硫酸盐苇浆 20%磨木浆	20
凸版纸	52	75%漂白硫酸盐蔗渣浆 25%漂白硫酸盐芒秆浆	30
凸版纸	52	50%漂白硫酸盐木浆 50%漂白麦草浆	20
书写纸	52	70%漂白麦草浆 30%漂白木浆	25
书写纸	52	50%漂白硫酸盐木浆 50%漂白麦草浆	25
螺旋书写纸	52	60%漂白木浆 40%漂白亚硫酸盐苇浆	18
打字纸	40	100%漂白亚硫酸盐苇浆	15
打字纸	30	65%漂白木浆 35%漂白龙须草浆	12
打字纸	30	70%漂白木浆 30%漂白棉浆	10
胶版印刷纸	70	50%漂白硫酸盐木浆 50%漂白麦草浆	20

续表

纸张品种	定量(g/m ²)	原料配比	加填量(%)
胶版印刷纸	80	50%漂白木浆 50%漂白棉浆	15~18%
有光纸	32	100%漂白亚硫酸盐苇浆	25%
凹面纸	70	30%漂白木浆 40%漂白棉浆 30%漂白麦草浆	10
粘贴纸	40	20%漂白棉浆 25%漂白麦草浆 55%漂白芒秆浆	25
扑克牌原纸	80	50%漂白木浆 30%漂白棉浆 20%漂白芒秆芦苇混合浆	8
静电记录原纸	50	50%漂白木浆 25%漂白棉浆 25%漂白芒秆芦苇混合浆	5
地图纸	120	60%漂白木浆 40%漂白棉浆	5
拷贝纸	17	100%亚硫酸盐木浆	(目的是沉积树脂)
铜版原纸	80	20%漂白棉浆 80%漂白木浆	13
蜡光原纸	52	50%漂白棉浆 50%漂白木浆	18

2. 薄纸及特殊纸种填料用量

对不透明度要求高的薄纸以及特殊要求的纸种的填料用量实

表 10-4-31

纸张品种	定量(g/m ²)	浆料配比	填料用量
字典纸	28	40%漂白亚硫酸盐木浆 60%漂白破布浆	碳酸钙35%十二氧化钛3%
字典纸	35	40%漂白破布浆 30%漂白硫酸盐龙须草浆 30%漂白亚硫酸盐木浆	碳酸钙40%

续表

纸张品种	定量 (g/m ²)	原料配比	填料用量
字典纸	40	40%漂白麦草浆 30%的漂白木浆 30%漂白芒杆浆	硫酸钙25%+滑石粉15% +二氧化钛3.5%
薄页纸	65	65%漂白软布浆 45%漂白梓木浆	硫酸钙30%+二氧化钛 2%
薄页纸	45	65%漂白软布浆 45%漂白亚硫酸盐木浆	滑石粉10%+硫酸钙 10%+二氧化钛1.5%
薄凸版纸	40	40%漂白麦草浆 30%漂白木浆 30%漂白芒杆浆	硫酸钙30%+滑石粉 15%
薄凸版纸	30	60%软布浆 40%漂白亚硫酸盐木浆	硫酸钙25%+滑石粉 15%
邮票纸	78	80%漂白阔叶木浆 20%漂白针叶木浆	硫酸钙20~24%
卷烟纸	24	60%漂白麻浆 40%漂白木浆	硫酸钙45%
装饰纸 厨纸	120	80%漂白麻浆 40%漂白木浆	白色, 二氧化钛22~25% 黄色, 二氧化钛12~14%
航空票 证纸原 纸	42	100%漂白硫酸盐木浆	二氧化钛5~6%

际数值如表 10-4-31 所示。

表 10-4-32

纸张品种	定量或厚度	原料配比	添加剂
黑卡纸 (照相用纸)	150g/m ² 250g/m ²	100%未漂硫酸盐 木浆	碳黑 6~8%
全黑感光防护纸 (胶卷保护纸原纸)	100g/m ²	100%未漂硫酸盐 木浆	碳黑 8~10%
穿孔黑带纸 (电子计算机用)	240μm	100%未漂硫酸盐 木浆	碳黑 4~6%
半导体纸	120μm	100%优质未漂硫 酸盐木浆或专用浆	乙炔炔1% (要求降 低表面电阻)

3. 添加特殊填料的纸种填料用量 (表10-4-32)

4. 国外一些纸种的二氧化钛添加量 (表10-4-33)

表 10-4-33

纸 种	添加量(%)	纸 种	添加量(%)
字典纸	15	蜡 纸	2.5~3
航空信纸	7~8	薄型包装纸	1~2
普通信封纸	1~2	饮料杯纸板	2
航空信封纸	7~8	容器纸板	2
防油纸	2	衬垫纸板	1~4

5. 国外一些纸种的碳酸钙添加量 (表10-4-34)

表 10-4-34

纸 种	添加量(%)	纸 种	添加量(%)
杂志纸	23~28	机外涂布原纸	12~15
书籍纸	12	机内涂布原纸	5
卷烟纸	20	新闻纸	4~6

(二) 影响填料用量的因素

1. 纸张品种与填料用量的关系

表 10-4-35

纸 种	理 由	填料用量
凸版印刷纸、胶版印刷纸、字典纸等	加填是为了提高纸张的不透明度和适印性	填料用量大一些
书写纸、笔记本纸	由于施胶度要求较高，而加填会降低施胶度	填料用量小一些
新闻纸	由于配有大量的磨木浆，而磨木浆的木素含量高，不透明度大，印刷性能好	填料用量更小一些

不同加填品种的纸张由于使用要求的不同，因而对加填的要求也有所不同。一些纸种的填料相对用量的多少如表 10-4-35 所示。

2. 纸浆种类与填料用量的关系

草类浆的不透明度低，为此对配用或全部使用草类浆抄成的印刷纸，为了解决不透明度和印刷性能的问题，填料用量比较高。在草类浆中尤其是甘蔗渣浆的透明度更大，也比较脆硬因而配用甘蔗渣浆的纸浆不但填料用量比较大，而且常常还要加入碳酸钙。

当然，填料用量过多，对抄造过程以及纸张的物理强度是有影响的。

3. 纸张灰分与填料用量的关系

灰分要求较高的纸张，填料用量也较多。根据纸中灰分的含量，大体可分成四类，如表 10-4-36 所示。

表 10-4-36

灰分的类别	纸的名称	灰分的含量(%)	示 例
第一类	无灰纸	≤ 1	电绝缘纸类、滤纸
第二类	少灰纸	≤ 5	吸墨纸、卷烟纸
第三类	中灰纸	15左右	图画纸
第四类	多灰纸	> 15	印刷纸

对于一些纸张在质量标准中规定其灰分含量的范围。例如，胶版印刷纸的灰分要求 15~20%，卷烟纸的灰分要求不低于 12%。

纸张的灰分除与填料加入量有关外，还与纸浆的性质（灰分含量）、填料本身的灼烧损失和填料留着率有关。不同种类的纸浆的灰分含量相差很大，一般是精制浆的灰分低于一般纸浆的灰分，木浆的灰分又低于草类浆的灰分，而不同种类的草类浆的灰分也是不同的。

4. 造纸机车速与填料用量的关系

由于提高填料的用量能够降低纸页的湿强度，因而为了保证造纸机的抄造正常，在生产同一品种的情况下，如凸版印刷纸，一般是高速造纸机的填料用量低于中速造纸机，而中速造纸机的填料用量又低于低速造纸机。

(三) 填料加入方法

为了保证加填质量，一般加填不直接使用干的粉末状填料，而是事先将它经过加水稀释搅拌至一定的浓度（通常为10~20%），然后再送到打浆设备或其他部位的纸料中去。

根据打浆设备的条件和填料的种类，添加填料和其他辅料的顺序，如表10-4-37所示。

表 10-4-37

项 目	顺 序	说 明
顺序 1	填料→胶料→硫酸铝	为使填料与纤维有充分混合的时间，可借打浆设备的机械作用把填料颗粒打得更细
顺序 2	胶料→硫酸铝→填料	最后加填是为了避免填料干扰松香胶沉淀物的形成，对于使用硫酸钙作为填料以及在造纸生产流程中使用有锥形除渣器更应采用这种顺序

如果在造纸生产流程中使用有锥形除渣器，由于它不仅能去掉纸料中的砂粒等杂质，同时也能把填料甩掉，为此最好把填料填加在接近造纸机的一定部位，例如，添加在纸机流浆箱之前或直接加到流浆箱中，以达到提高填料留着率的目的。

(四) 填料的溶解与添加

1. 填料溶解槽

一般填料溶解槽的结构很简单，即在钢板或混凝土制的槽体上装有慢速搅拌器。

(1) 型式一

一种实际使用的溶解槽
如图 10-4-5 所示。

这种溶解槽适用于滑石粉的溶解，其规格如表 10-4-38 所示。

(2) 型式二

另一种型式的填料溶解槽如图 10-4-6 所示。

这种设备适用于高岭土的溶解。

2. 滑石粉悬浮液的制备与添加

(1) 型式一

表 10-4-38

材 料	容积(m^3)	搅拌器型式	搅拌轴转速 (r/min)	进水口直径 (mm)	出料口直径 (mm)	排污口直径 (mm)
钢板	1	平浆	60	50	80	80
钢板	3	平浆	40	65	100	100
钢板	5	平浆	40	65	100	100
钢筋混凝土	10	平浆	50	100	150	150
钢筋混凝土	15	平浆	50	100	150	150
钢筋混凝土	30	平浆	50	100	150	150

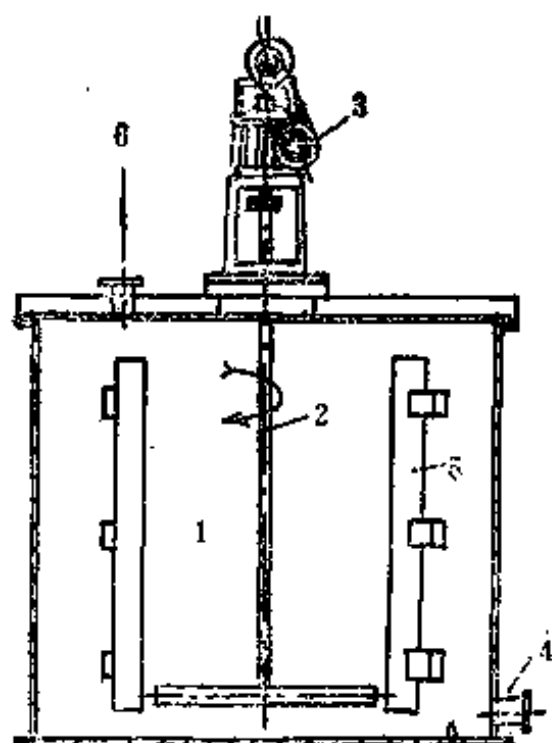


图 10-4-5 一种型式的溶解槽
1—槽体 2—搅拌器 3—电动机 4—
放料口 5—扶梯 6—投料口

一种简易的滑石粉悬浮液的制备和间歇添加系统如图10-4-7所示。

特点：

① 设备简单，操作方便，适用于滑石粉用量较低的小型造纸厂。

② 溶解槽为溶解和贮存两用。滑石粉悬浮液的浓度按照要求来配制，即先在槽内添加一定量的清水，同时开动搅拌器，再添

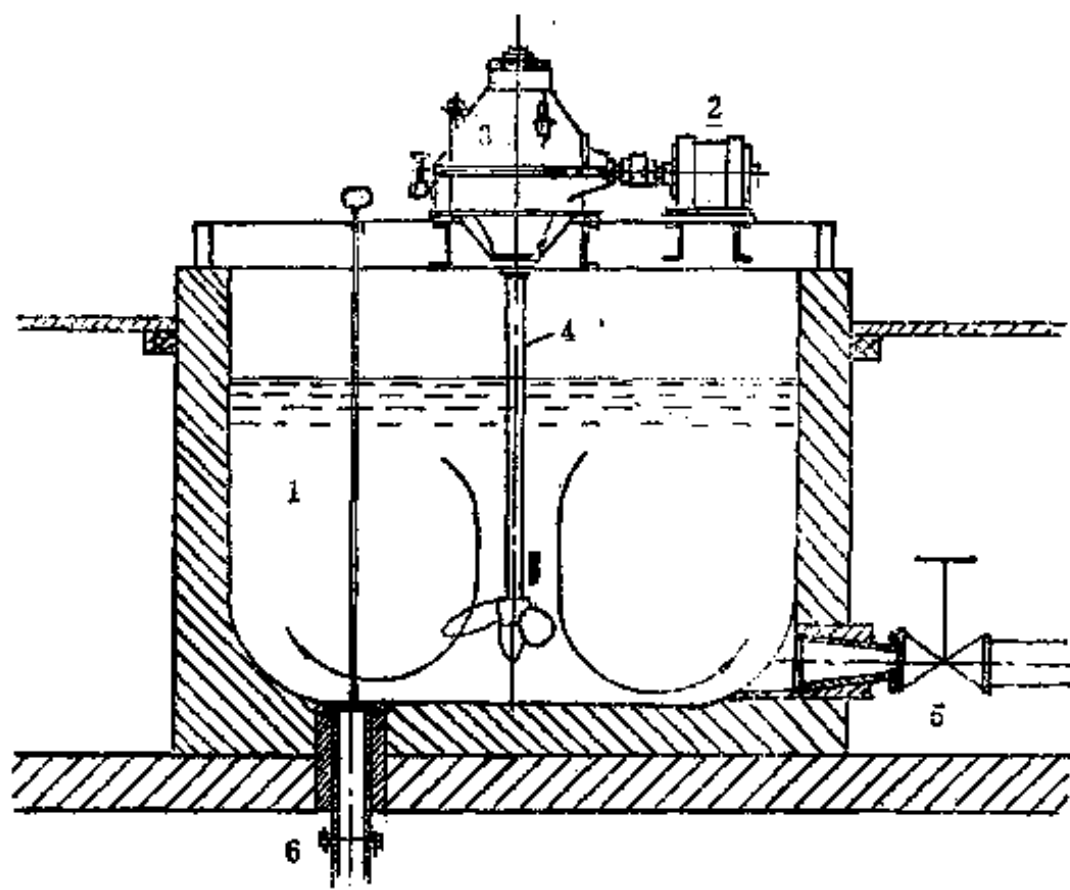


图 10-4-6 一种型式的填料溶解槽

1—溶解槽 2—电动机 3—减速器 4—搅拌器 5—放料管 6—排污管

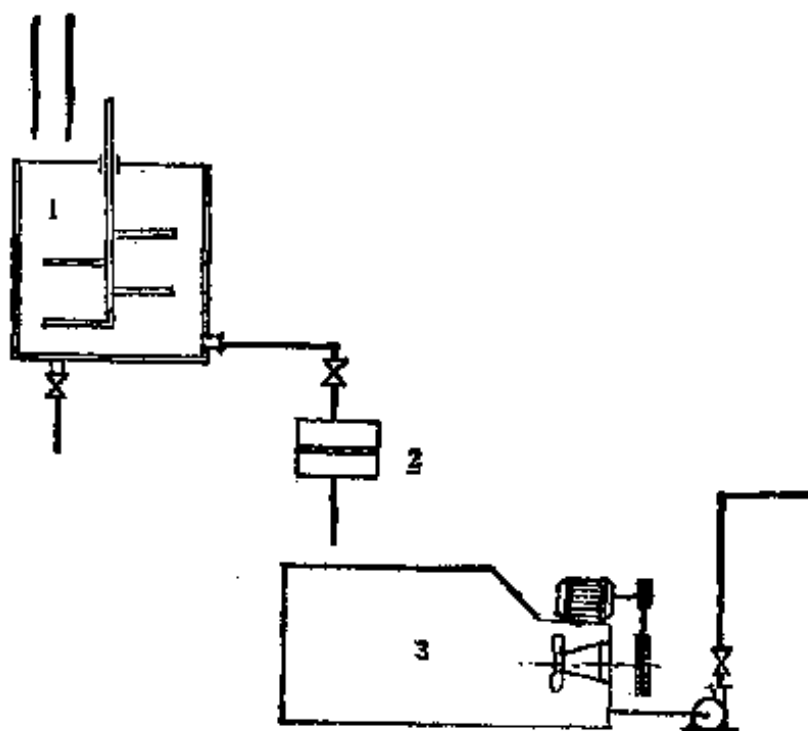


图 10-4-7 一种简易的滑石粉悬浮液的制备和添加流程示意图

1—溶解槽 2—筛网 3—配浆池

加固定量的滑石粉，随后搅拌至成为均匀的悬浮液。

③ 根据每一配浆池的浆料绝干量，所需添加滑石粉的百分比，以及最终滑石粉悬浮液的浓度等，计算出每一配浆池所需添加的滑石粉悬浮液的容积。

④ 在槽的内壁刻有表示容积的刻度标尺，将每一配浆池所需的滑石粉悬浮液的容积折算成溶解槽的刻度标尺而进行定量的添加。

⑤ 待每一溶解槽内的滑石粉乳浊液用完后再进行另一槽的溶解。

(2) 型式二

一种滑石粉悬浮液的制备和间歇添加系统如图 10-4-8 所示。

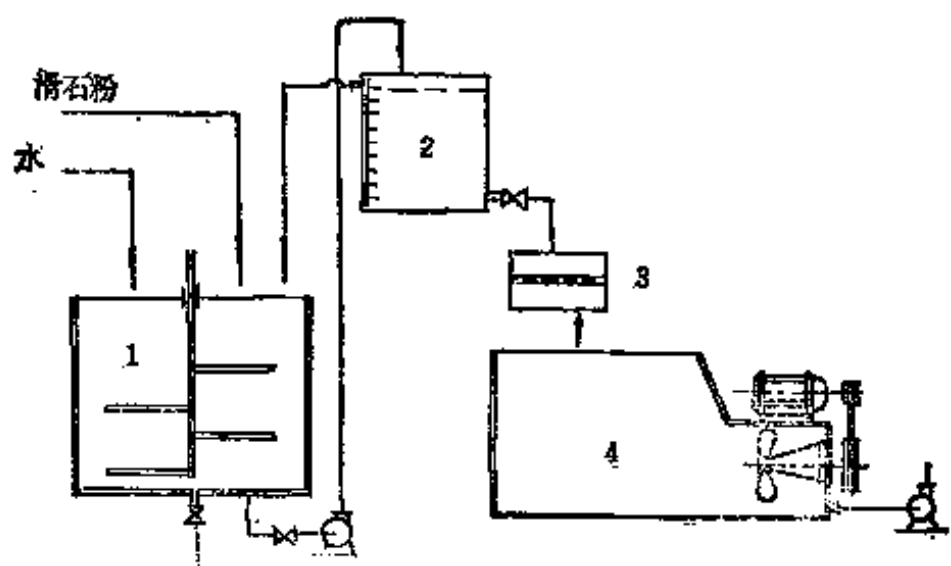


图 10-4-8 一种滑石粉悬浮液的制备和添加系统流程示意图

1—溶解槽 2—高位量槽 3—筛网 4—配料池

特点：

- ① 本流程同样适用于滑石粉用量较低的小型造纸厂。
- ② 溶解槽内制得的滑石粉悬浮液泵送至高位计量槽内备用。
- ③ 如果选用的泵的能力大，则计量槽内也可以不设搅拌器。
- ④ 计量后的滑石粉悬浮液通过筛网依照需要量而间歇地添

加在配料池内。

(3) 型式三

一种滑石粉悬浮液的制备和间歇添加系统如图 10-4-9 所示。

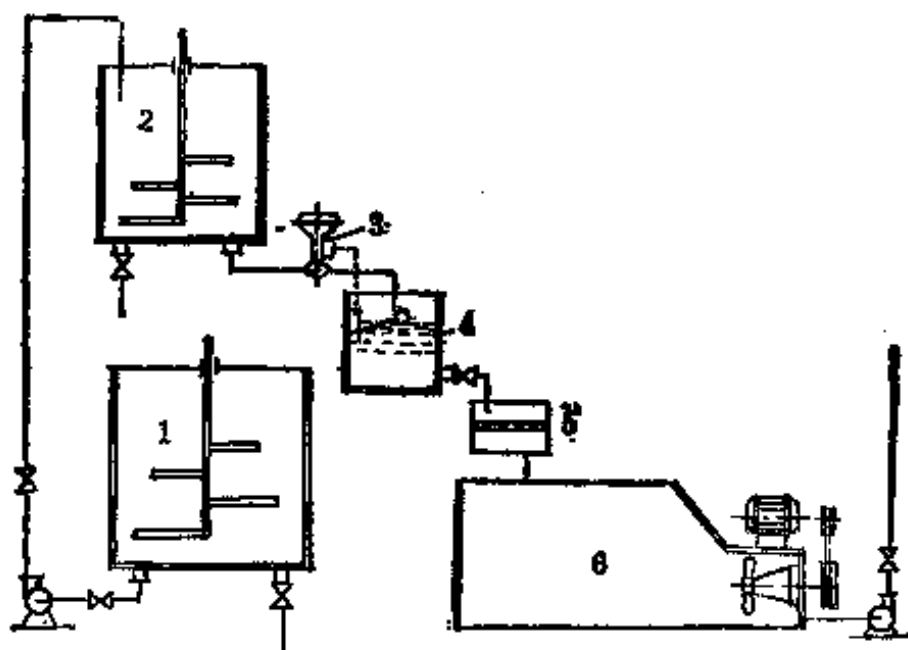


图 10-4-9 一种滑石粉悬浮液的制备和添加系统流程示意图

1—溶解槽 2—贮存槽 3—阀门 4—计量槽 5—筛网 6—配料槽

特点：

- ① 本流程配置有贮存槽,适用于生产量较大的造纸厂。
- ② 滑石粉在溶解槽内搅拌成悬浮液后泵送至贮存槽。
- ③ 计量槽内的液位借浮球式调节系统控制在一定的高度,即计量槽内填料悬浮液的容积可以保持恒定。
- ④ 根据配料槽内的浆料量以及每吨浆的加填量,可以计算出每一配料槽所需添加的填料量,再根据填料悬浮液的浓度就可计算出每一配料槽所需添加填料悬浮液的容积数。计量槽由浮球阀控制的液位即调节至每一计量槽的容量正好等于每一配料槽所需的填料悬浮液的容积数。
- ⑤ 在配料槽内浆料需要加填时,填料悬浮液自计量槽流经筛网进入配料槽。
- ⑥ 随后关闭阀门 5,开启阀门 3,使填料悬浮液再流入计量

槽内至一定的液位后备用。

(4) 型式四

一种滑石粉悬浮液的制备和间歇添加系统如图 10-4-10 所示。

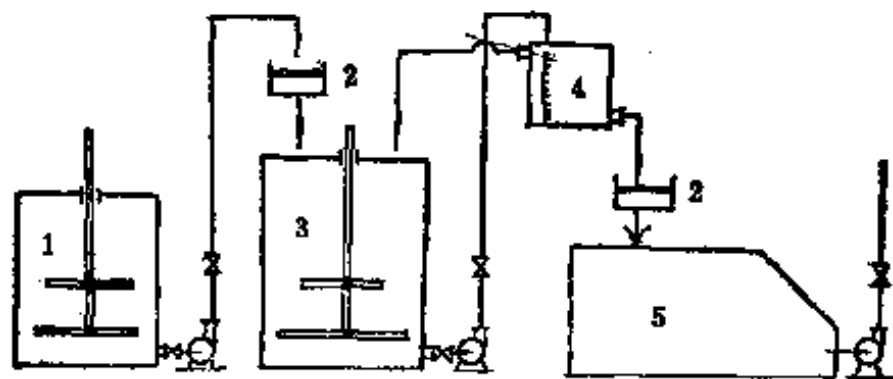


图 10-4-10 一种滑石粉悬浮液的制备和间歇添加流程示意图

1—溶解槽 2—筛子 3—贮存槽 4—计量槽 5—配料槽

特点:

① 本流程同样适用于生产量较大的造纸厂。

② 填料贮存槽的容积较大，并与溶解槽位于同一平面上，滑石粉在溶解槽内搅拌成悬浮液后泵送至贮存槽。

③ 滑石粉悬浮液自贮存槽再泵送至计量槽，随后添加在浆料中。

④ 根据每一配料槽内的浆重、所生产的纸种的填料添加量以及填料悬浮液的浓度计算所需要的容积。计量槽由浮球阀控制的液位即调节至每一计量槽的容积正好等于每一配料槽所需的填料悬浮液的容积。

⑤ 当配料槽内浆料需要加填时，填料悬浮液自计量槽通过筛网流入配料槽，随后关闭阀门 5，开启阀门 3，使填料悬浮液流入计量槽内至一定液位后备用。

(5) 型式五

一种滑石粉悬浮液的制备和连续添加系统如图10-4-11所示。

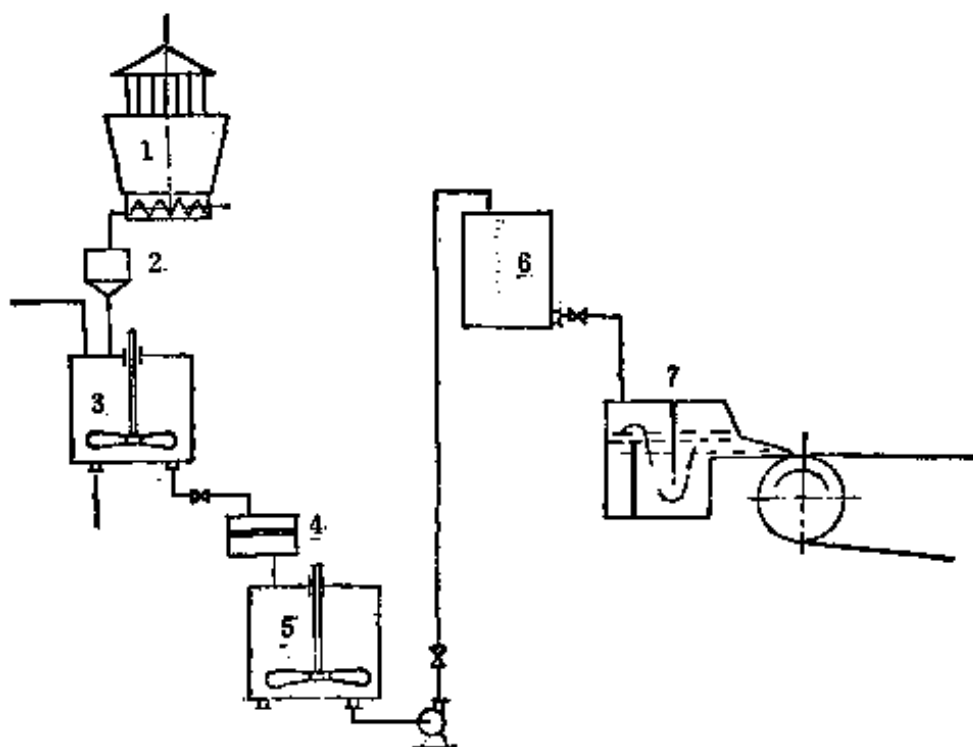


图 10-4-11 一种滑石粉悬浮液的制备和连续添加系统流程图

1—滑石粉仓 2—称料斗 3—溶解槽 4—滤网 5—贮存槽
6—高位槽(有溢流) 7—网前箱

特点:

① 滑石粉仓的位置较高, 仓内有螺旋推进器将滑石粉直接推入称料斗中进行称量。

② 称量后的滑石粉落入溶解槽内。

③ 在溶解槽内搅拌均匀的滑石粉悬浮液经过筛网流入贮存槽内, 随后连续泵送至高位槽。

④ 滑石粉悬浮液自高位槽经阀门控制连续添加至浆流中。

⑤ 本流程的填料添加位置是连续添加至造纸系统中锥形除渣器后面的浆流中, 以提高填料留着率。

(6) 型式六

一种滑石粉悬浮液连续添加系统如图 10-4-12 所示。

特点:

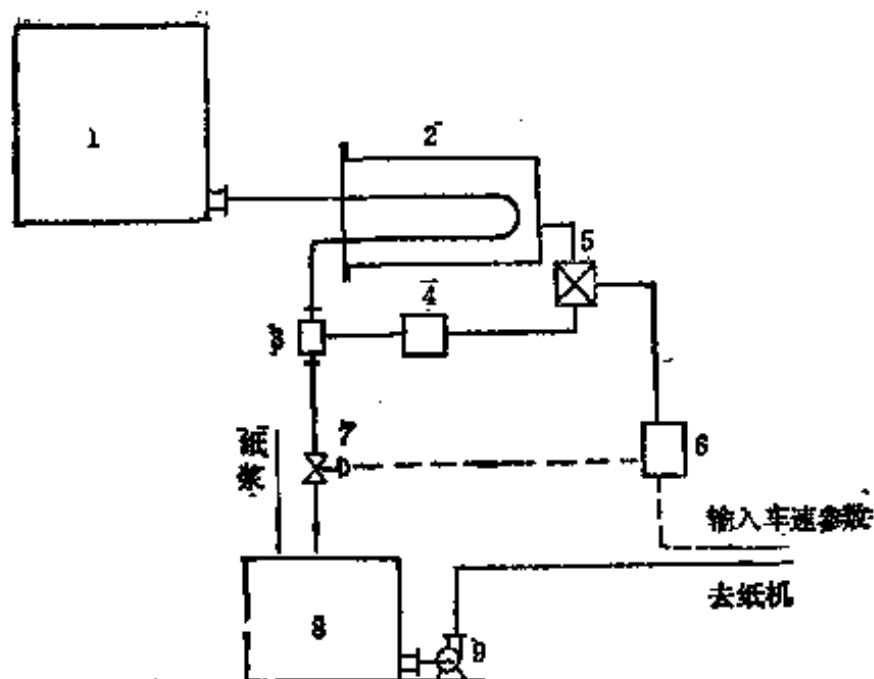


图 10-4-12 一种滑石粉悬浮液连续添加系统流程图

1—滑石粉贮存槽 2—容重式浓度测量器 3—电磁发送器 4—转换器
5—乘法器 6—调节器 7—气动薄膜调节阀 8—贮浆槽 9—贮浆池

① 滑石粉悬浮液通过容重式浓度测量器测定出滑石粉的浓度，并发出浓度信号。

② 随后滑石粉悬浮液通过电磁流量发送器和转换器转换为流量信号。

③ 以上两个信号输入至乘法器中得出单位时间流出的滑石粉重量。

④ 滑石粉的重量作为测量参数输入至调节器作为测量值。

⑤ 纸机车速作为给定参数同时输入至调节器作为给定值。

⑥ 两个数值在调节器内比较和运算，其输出信号来控制阀门的大小，以调节滑石粉的添加量。

⑦ 以上是用在纸浆浓度固定的情况下。

3. 高岭土悬浮液的制备与添加

(1) 型式一

一种高岭土悬浮液的制备与添加如图 10-4-13 所示。

特点：

① 高岭土和清水添加至溶解槽内，经搅拌后制得高岭土悬浮

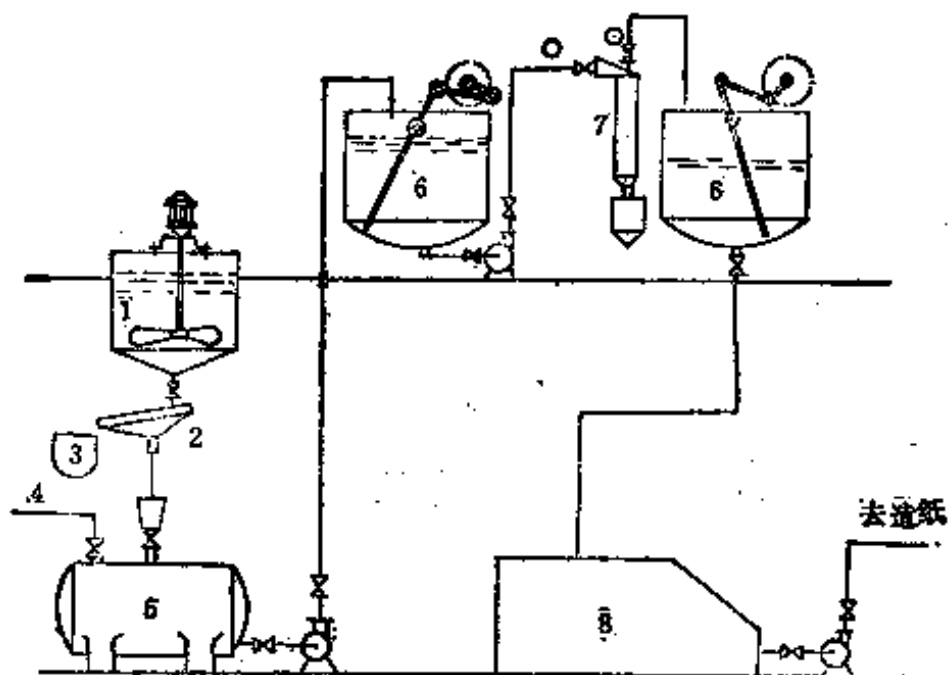


图 10-4-13 高岭土悬浮液的制备与添加流程示意图

1—高岭土溶解槽(6m³) 2—振动筛 3—粗渣 4—压缩空气 5—压力罐(6m³) 6—摆式槽 7—锥形除渣器 8—贮浆槽

液。

② 高岭土悬浮液经过振动筛流入压力罐,由压缩空气将悬浮液压至摆式槽。

③ 摆式槽的悬浮液随后流入贮浆槽内,再一道送往抄纸系统。

④ 摆式槽的优点是缓慢地搅拌,可避免带入空气。

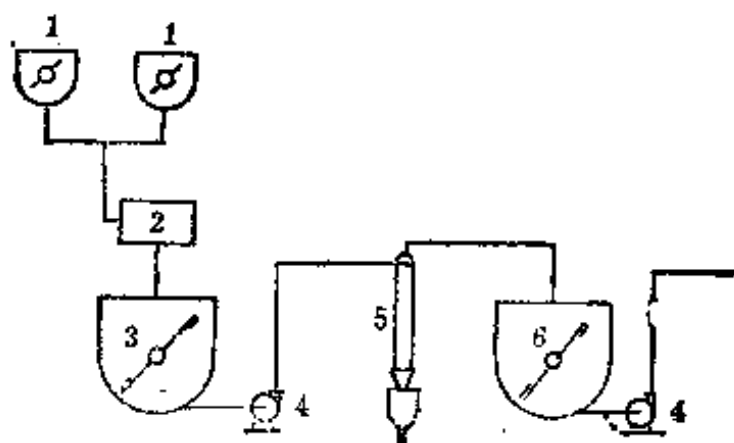


图 10-4-14 一种高岭土悬浮液的制备流程示意图

1—溶解槽 2—筛子 3—中间槽 4—泵 5—锥形除砂器 6—贮存槽

(2) 型式二

一种高岭土悬浮液的制备流程如图 10-4-14 所示。

特点:

① 干的高岭土添加在溶解槽内,并加水进行搅拌,使悬浮液的浓度达到 100~400 克/升。

② 悬浮液通过筛子或振动筛除去大的杂质后流入中间槽。

③ 用泵将悬浮液自中间槽泵入锥形除砂器以除去砂粒。

④ 成品悬浮液流入贮存槽再送至使用地点。

(3) 型式三

一种高岭土悬浮液的制备和添加流程如图 10-4-15 所示。

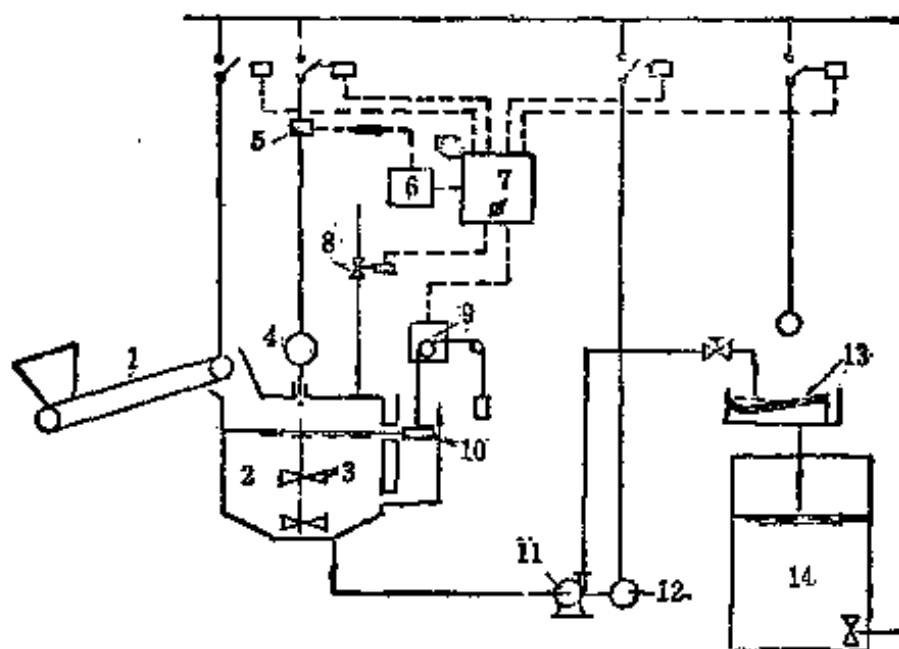


图 10-4-15 高岭土悬浮液制备和添加流程示意图

1—运输带 2—溶解槽 3—搅拌器 4—搅拌器电机 5—变流器 6—
电子测量装置 7—调节器 8—给水阀门 9—液位变送器 10—浮筒
11—送液泵 12—送液泵电机 13—振动筛 14—贮存槽

特点:

① 高岭土借助于运输带送入溶解槽内。

② 制备系统自动溶解和贮存。

③ 溶解槽内悬浮液浓度变化使搅拌器的电机负荷发生变化,而负荷变化导致电流变化,并通过变流器将此电流变化转换成信

号输入至调节器。

④ 溶解槽内液位由浮筒来保持,而液位变送器将液位信号也输入至调节器。

⑥ 调节器根据这两个输入信号来控制运输带、给水阀门、送料阀门等,例如,如果浓度太高,则关闭运输带,并打开给水阀门,而浓度过低时则正相反。

⑥ 贮存槽内高岭土浓度能够保持在 500~1000 克/升。

⑦ 这种设备占地面积较小,节省动力。

4. 轻质碳酸钙的溶解与添加

作为填料如使用本厂自制的液体碳酸钙,则无需溶解过程而直接进行添加,但使用粉末状的轻质碳酸钙,其溶解与添加有如下的两种型式:

(1) 型式一

一种轻质碳酸钙的溶解与间歇添加系统相似于处理滑石粉的图 10-4-8 所示的流程,即轻质碳酸钙首先在溶解槽内加水搅拌进行溶解,随后泵至高位计量槽内。计量后的碳酸钙悬浮液通过筛网根据填料需要量间歇地添加至配浆池的浆料中。

(2) 型式二

一种轻质碳酸钙溶解和连续添加系统如图 10-4-16 所示。

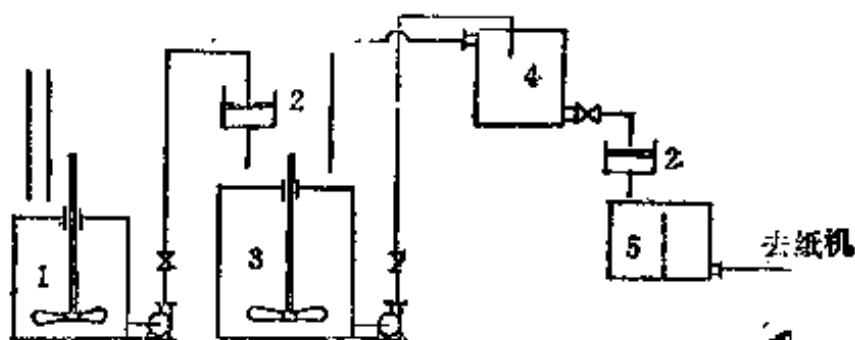


图 10-4-16 一种轻质碳酸钙溶解和连续添加系统流程图

1—溶解槽 2—筛子 3—贮存槽 4—高位箱 5—混合箱

特点:

① 碳酸钙先在溶解槽内加水进行溶解,随后泵入贮存槽内贮

存。

⑥ 碳酸钙溶液自贮存槽泵入高位箱,再经阀门控制连续流入混合箱的浆料中。

③ 如采用硫酸铝作为松香胶的沉淀剂,选用这种连续添加碳酸钙的流程,即添加碳酸钙后的浆料直接送至造纸机,可以减少泡沫的生成。

5. 二氧化钛的溶解和添加

(1) 型式一

一种二氧化钛的溶解和间歇添加系统也与用于滑石粉的图 10-4-8 所示的流程相似,即二氧化钛先在溶解槽内加水搅拌进行溶解,随后打至计量槽内,根据二氧化钛需要量定量地添加至配浆池的浆料中。

(2) 型式二

一种二氧化钛的溶解和连续添加系统如图 10-4-17 所示。

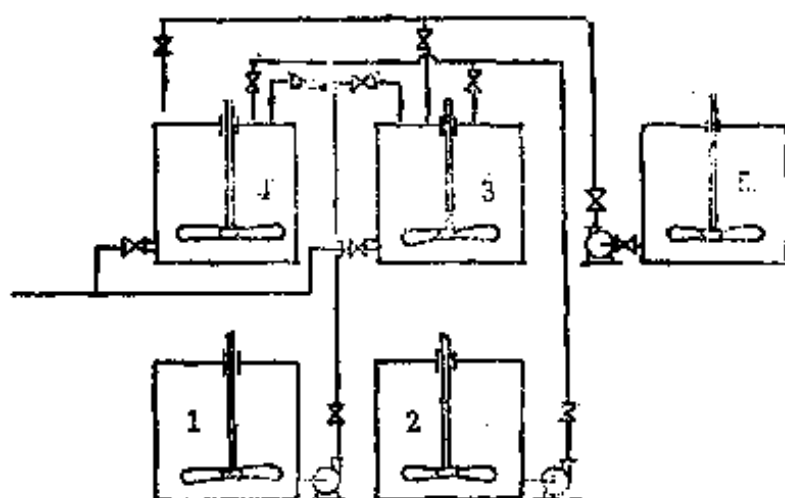


图 10-4-17 一种二氧化钛的溶解和连续添加系统流程图

1—二氧化钛溶解槽 2—碳酸钙溶解槽 3、4—混合槽 5—糊化淀粉熬制槽

特点:

① 本流程是用于生产薄面报纸,使用的填料是二氧化钛和轻质碳酸钙两种。

② 在一熬胶锅内将原淀粉熬至成糊化淀粉。

③ 二氧化钛和碳酸钙分别在溶解槽加水搅拌制成悬浮液,随后将这两种悬浮液与熬制好的糊化淀粉在一混合槽内搅拌混合均匀。

④ 混合均匀后的填料和糊化淀粉混合液连续地添加至纸机前的网前箱中而直接上网。

⑤ 混合槽应有两个,可以倒换使用。

⑥ 这种添加方法可提高填料留着率,其原因是在填料颗粒外面覆盖着一层糊化淀粉的薄膜,从而与纤维有一定的粘附能力。

(3) 型式三

如果工厂是使用打浆机进行打浆,在打浆开始时就在打浆机内添加二氧化钛。随着较长时间的打浆,二氧化钛可与纸浆纤维混合得较为均匀,随后对浆料进行施胶,也可适当提高填料留着率。此外,在浆料送至网前箱以前还可连续地添加一定量的羧甲基纤维素溶液,这样也可以适当提高填料留着率。

五、填料对纸张质量的影响

(一) 填料对光学性质的影响

1. 折光率

可能存在于纸张中的各种物质的折光率如表 10-4-39 所示。

表 10-4-39

项 目	折 光 率
空 气	1.00
水	1.33
纤 维 素	1.53
石 蜡	1.43
淀 粉	1.53
动 物 胶	1.53
亚麻子油	1.48

在纸张中，加入折光率与纤维素相近的填料，填充带有空气的孔穴，即能改进纸张的不透明度。绝大多数填料的折光率为1.53~1.65，均能起到上述作用。加用填料的折光率越高，其效果越显著。这也就说明了二氧化钛（折光率2.55~2.71）特别适用于薄纸的生产，尤其适用于石蜡施胶纸的缘故。

2. 散射系数

散射系数是填料在纸张中显示不透明作用的一项综合指标，其数值取决于填料的形状、粒度以及填料与周围物质之间的折光率的差值。填料多为细小片状、针状或球形等，其粒度随品种而有很大差别。据认为，最理想粒度为0.25 μm 左右，即相当于光束波长的半数，小于0.1 μm 或大于1.0 μm 的填料过多，都会不利于光的散射。填料的散射系数可根据下式求得：

$$S_p = \frac{S - (1 - Y)S_f}{Y}$$

式中 S_p ——填料的散射系数

S ——加填纸的散射系数

S_f ——不加填纸的散射系数

Y ——纸中填料含量所占比例

表中示出的散射系数即为 S_p 乘以100的数值。纸张的散射系数则可根据不透明度的测定求得。

纸浆的散射系数一般均较小，如表10-4-40所示。填料的散

表 10-4-40

浆 种	白 度 (在457nm波长下测得)	散射系数 (100 S_p)
磨木浆	70	8.6
阔叶木硫酸盐浆	86	4.2
本色亚硫酸盐木浆	64.5	2.82
针叶木硫酸盐浆	90	2.5~3.0
针叶木硫酸盐浆(粗纤维)	86	2.2

注：所有浆种均抄成印刷纸，再测得上列数据。

射系数多为纸浆的散射系数的 3~4 倍以上。填料粒度越小，比表面越大，散射能力得到增强，因此不透明度较大。这就是二氧化钛和碳酸钙之所以比其他填料优越的原因。

滑石粉和高岭土的粒度较大，折光率和散射系数均不太高，

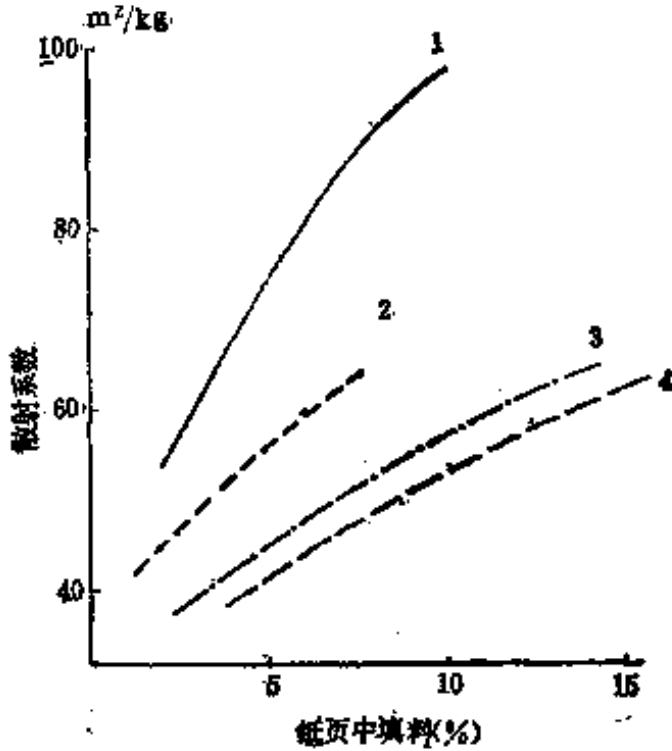


图 10-4-18 不同填料对散射系数的影响

1—锐钛型二氧化钛 2—合成的硅酸钙 3—作为涂布用的高岭土
4—作为填料用的高岭土

但由于价格低廉，故在一般纸张中获得较广泛的应用。

不同填料对散射系数的影响如图 10-4-18 所示。

填料颗粒的大小散射和反射的影响如图 10-4-19 所示。

从图 10-4-19 可以看出，散射是随颗粒的增大而增加的，反射是随颗粒的减小而增加的。

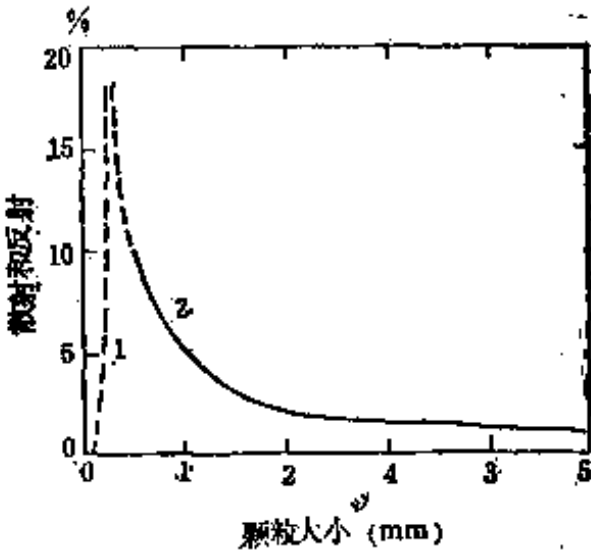


图 10-4-19 填料颗粒大小对散射和反射的影响

1—散射 2—反射

3. 填料对不透明度的影响

按 Kubelka-Munk 的看法, 不透明度取决于纸页内单个颗粒的数目, 以及这些颗粒和周围介质的折光率。转向光的能力如下式表示, 并作为两个折光率的函数。

$$R = \frac{(n_r + 1)^2}{(n_r - 1)^2}$$

其中 $n_r = n_1/n_2$, 而 n_1 和 n_2 是两个相邻物料的折光率。填料的折光率越大, 提高纸张不透明度的程度越显著。

(二) 填料对纸张质量的影响

添加填料对纸张质量的影响如图 10-4-20 所示。

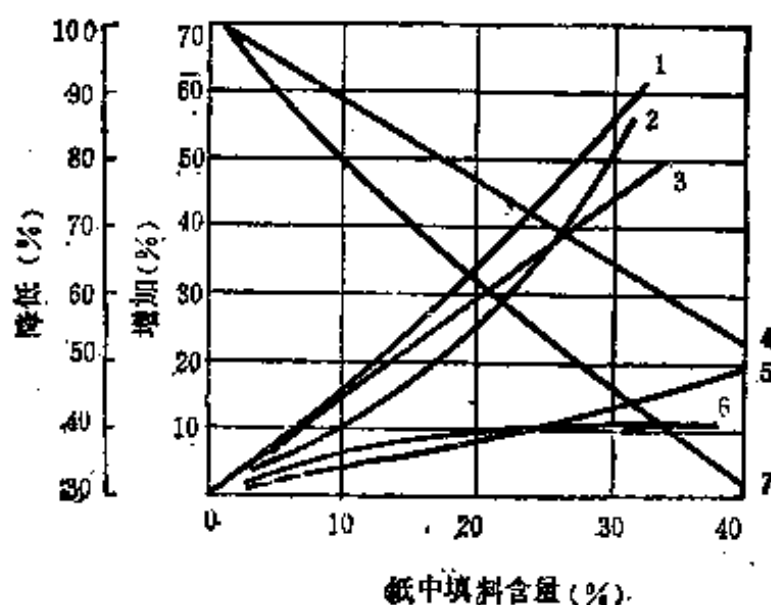


图 10-4-20 填料对纸张质量的影响

1—透气度 2—不透明度 3—平滑度 4—施胶度 5—紧度
6—柔软性 7—裂断长

从图中可以看出, 纸张中添加填料将会降低施胶度和物理强度, 而提高透气度、不透明度、平滑度、紧度、柔软性等。

1. 对纸张物理强度的影响

纸张加填后, 其物理强度都会降低。

(1) 填料对裂断长的影响

用漂白亚硫酸盐木浆制成纸页，进行加填试验，并测定其裂断长。其结果如图 10-4-21 所示。由图中曲线 1，可见随着填料含量的增加，纸页的裂断长逐渐减小，但也注意到填料含量在 4% 以下，断裂长的变化并不很大。曲线 2 是表示采用纤维以代替填料，然后抄成同一定量的纸页，从曲线 2 可明显地看出，随着纤维量的增加，裂断长也有所增加。

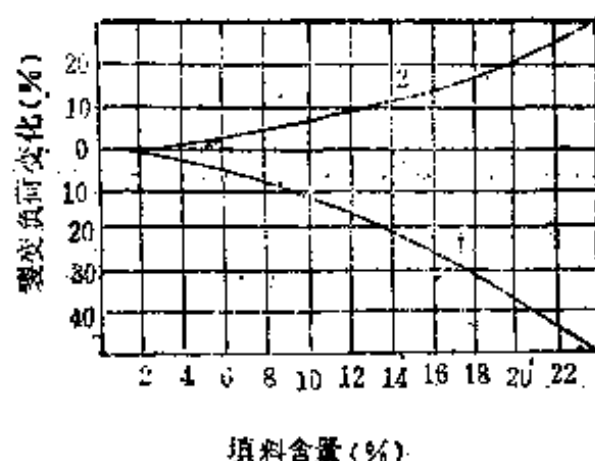


图 10-4-21 填料含量对纸页裂断长的影响
1—加有填料的纸页 2—以纤维代替填料抄成的纸页

(2) 填料对纸张物理强度的影响

各种填料对纸张物理强度的影响程度是不相同的，在常用的填料中，以石膏的影响最大，其次是高岭土、白垩和滑石粉。

表 10-4-41

	在固定定量时填料的含量		
	10%	20%	30%
抗张强度(%)			
使用石膏填料	90	76	60
使用高岭土填料	82.5	60	47.5
耐破度(%)			
使用石膏填料	90	75	66
使用高岭土填料	72	54	37
撕裂度(所有填料)%	92.5	77	67
耐拆度(%)			
对于硫化锌填料	57	24	10
对于高岭土填料	23	7	2

一些填料对纸张物理强度的影响如表 10-4-41 所示。

(3) 纸张物理强度与灰分含量有关的变化

由 50% 磨木浆和 50% 漂白化学浆添加高岭土制成的纸张, 其物理强度随灰分含量的变化如表 10-4-42 所示。

表 10-4-42

纸张中的灰分含量(%)	裂断长(m)	耐折度(次)
0.8	2810	20
9.7	2500	16
12.2	2440	14
14.0	2210	11
17.2	1970	10
21.0	1640	6

2. 对纸张伸缩率的影响

在加填以后, 填料粒子填充在纤维间的孔隙, 使纸张在干燥过程中不易发生收缩, 并且成纸的变形和伸缩率均较小。

3. 对纸张平滑度和适印性质的影响

添加填料可以改进纸张的印刷性质。大多数填料均比纤维表面对于印刷油墨具有较大的亲合力, 另外填料的存在使纸张增加一些细小的孔隙, 它们可以增加油墨吸收的速度, 从而改进了纸张的印刷性质。

特别是经过压光以后, 纸张的平滑度可以得到改善, 这可能是由于填料细小颗粒在压光辊的影响下的重排, 并填充了纤维之间的孔隙。

4. 对纸张施胶度的影响

一般说来, 填料的加入量越大, 它对纸张施胶度的不利影响也越大。不同填料的种类对纸张的施胶度有不同的影响, 而以碳酸钙的影响为最大。纸张中碳酸钙含量对施胶度的影响如表 10-4-43 所示。

5. 对纸张透气度的影响

表 10-4-43

填 料 含 量 (%)	施 胶 度 下 降 (%)
10	12
20	25
30	35
40	45

纸张组分中含有填料比不含填料的纸更为多孔,从而加填提高了纸张的透气度。图 10-4-22 示出漂白亚硫酸盐木浆制成的纸页的透气度试验结果。

6. 对纸张吸水性能的影响

纸张的吸水性能是随着纤维毛细管直径的增大而增加。如纸张中含有填料,则会使毛细管的直径增大,从

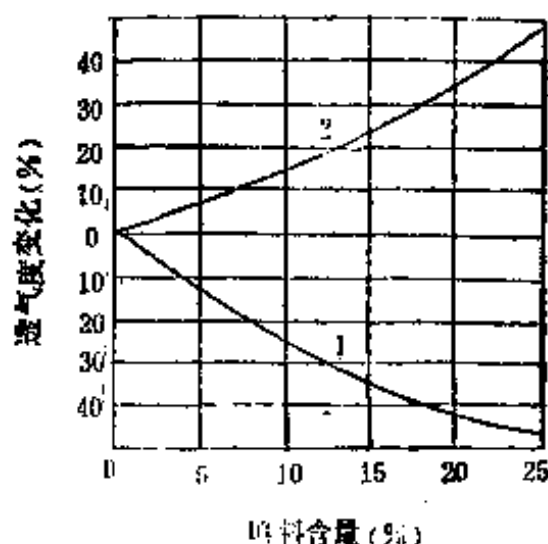


图 10-4-22 填料含量对纸页透气度的影响
1—加有填料的纸页
2—以纤维代替填料抄成的纸页

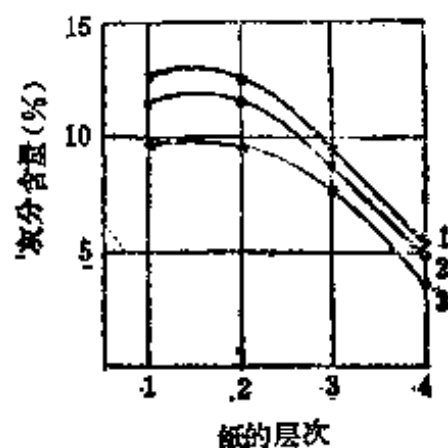


图 10-4-23 在平均填料为10.2%

(1) 0.94%(2)和7.5%(3)的情

况下,纸中填料的分布

1—纸的上层 2和3—中层 4—下层(网面)

而有利于提高吸水性能。

7. 对纸张两面性的影响

纸中填料含量越高,则纸张的两面差越大。图 10-4-23 示出在一定灰分含量情况下,纸中填料的分布。

提高纸浆的打浆程度可以减少两面性。纸机的网部结构和脱水装置对纸张的两

面性也有很大的影响。图 10-4-24 示出在夹网纸机和长网纸机上的填料分布情况，其中 I 和 II 表示不同型式的夹网纸机。

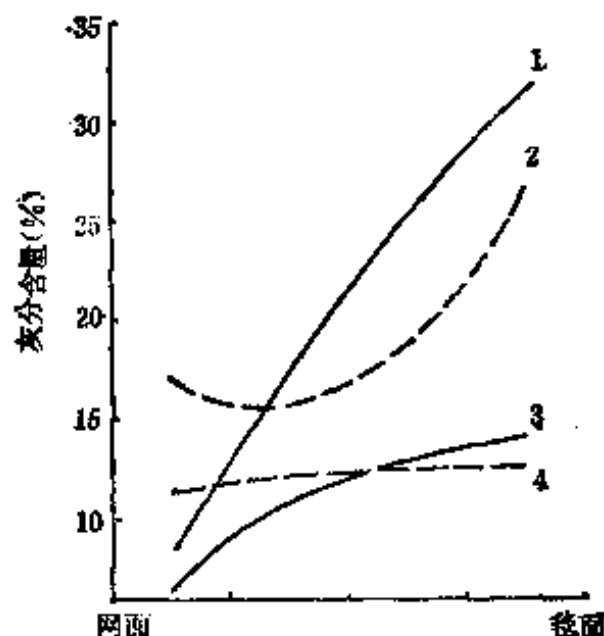


图 10-4-24 在夹网纸机和长网纸机上的填料分布

1—长网纸机 2—夹网纸机 I 3—长网纸机 4—夹网纸机 II

(三) 填料对抄纸过程的影响

填料对抄纸过程的影响如表 10-4-44 所示。

表 10-4-44

项 目	说 明
减少摩擦阻力	填料能减少纸料在打浆设备和管道中运动的摩擦阻力
改善网上脱水	填料可改善纸料在造纸机网网上的脱水，压榨后纸页的分水适当减少
提高干燥速度	填料可使纸张的干燥速度增加，这是由于含有填料，纸张的透气度较大，水分易于蒸发，为此有利于增加纸张的干燥速度
减轻树脂障碍	填料能吸附树脂细粒，使树脂不致聚集成大颗粒，从而减轻了在造纸过程中有时发生的树脂障碍

六、填料留着率

在造纸过程中，会有部分填料随同白水流失，只有留存于纸张那一部分填料起着加填作用。

(一) 填料留着率的计算

所谓填料留着率，是指纸张中所含的填料量与加入浆料中填料量的百分比值，可按以下几个式子进行计算：

1. 近似值式

$$R = \frac{A}{B} \times 100$$

式中 R ——纸中填料留着率 (%)

A ——绝干纸中灰分含量 (%)

B ——绝干纸浆中灰分含量 (%)

上述算法未考虑填料灼烧重量损失、纤维本身灰分及纤维流失等因素，其所求得的留着率为一近似值。

2. 精确值式

$$R = \frac{0.94(A-C)(100-B-D)}{(B-C)(100-A-D)}$$

式中 R ——纸中填料留着率 (%)

A ——绝干纸中灰分含量 (%)

B ——绝干纸浆中灰分含量 (%)

C ——纤维的灰分含量 (%)

D ——填料的灼烧重量损失 (%)

0.94——校正系数

在实际生产中，是有少量纤维流失的，一般为6%左右，因此式中应乘上0.94的校正系数。

近似值比精确值要高一些，相差值一般为 10~12%。

一般填料在灼烧时的重量损失如表 10-4-45 所示。

表 10-4-45

填 料	灼烧重量损失(%)	填 料	灼烧重量损失(%)
滑石粉	3~5	硫酸钡	0.2~0.5
高岭土	12~14	硫化锌	14~18
碳酸钙	38~42	生石膏	约20
二氧化钛	0.2~0.5	熟石膏	约1.0
重晶石	约1.0		

根据一般的分析结果，各种纸浆的灰分含量大致如表 10-4-46 所示。

表 10-4-46

纤维原料	灰分含量(%)	纤维原料	灰分含量
漂白破布半料浆	0.24~0.79	磨木浆	0.5~2.0
未漂亚硫酸盐木浆	0.48~1.25	龙须草浆	2.03~4.0
漂白亚硫酸盐木浆	0.42~0.45	硫酸盐荻浆	1.67~2.0
未漂硫酸盐木浆	0.36~1.40	亚硫酸盐苇浆	4.5~6.5
黄麻、大麻浆	1.0~2.0	漂白稻草浆	8.6~19.2
苧麻浆	2.0~6.0		

3. 单程留着率

上述填料留着率的计算方法涉及灼烧、冷却和衡重等手续，操作繁琐。近年来，多趋向于确定单程留着率，以取得填料留着率以及其他添加剂留着率的近似值，用以指导生产。

单程留着率的定义为：不考虑白水回收，单程留着率为填料从网前箱通过网部而在纸幅上所保留的填料量的比例。

单程留着率的计算方法有如下式所示。

$$R_s = \frac{CX}{H} = 1 - \frac{T-Y}{H}$$

式中 R_1 ——单程留着率 (%)

C ——湿纸幅离开伏辊处的干度 (%)

T ——网部白水的浓度 (%)

H ——网前箱浆料浓度 (%)

X ——湿纸幅离开伏辊处的总量与上网纸料液总量之比

Y ——网部白水总量与上网纸料液总量之比

单程留着率与总留着率之间的关系如表 10-4-47 所示，它是与白水封闭循环的程度有关的。表中的数据也说明了白水封闭循环的重要性。

表 10-4-47

单程留着率(%)	总 留 着 率 (%)	
	70%白水封闭循环	80%白水封闭循环
40	69	87
80	83	94

(二) 影响填料留着率的因素

1. 填料颗粒的形状

一般认为，填料颗粒的形状对留着率有影响，并且填料的表面粗糙度也有影响。例如石膏和高岭土都是圆形的，但是高岭土的表面较粗糙，所以留着率高于石膏。石棉是针状的，具有较好的留着率。

2. 浆料的打浆度

提高浆料的打浆度可以增加填料留着率，其原因是：

- ① 打浆度较高的浆料易于形成紧密的薄层；
- ② 打浆度较高的浆料在网上的脱水较慢；
- ③ 打浆度较高的浆料的单位面积上纤维个数有所增加。

浆料的打浆度与纸中填料留着率的关系如图 10-4-25 所示。

3. 浆料种类

在具有相同打浆度的各种浆料中，填料留着率的情况也不相同，较高吸收能力和较小尺寸的纤维具有较高的填料留着率。这样，在所有其他条件相同的情况下，含有磨木浆的纸有较高的填料留着率，而具有低吸收能力的棉浆所抄纸的填料留着率较低。填料留着率的增加顺序大致为：棉浆→硫酸盐浆→亚硫酸盐浆→麻浆→磨木浆。

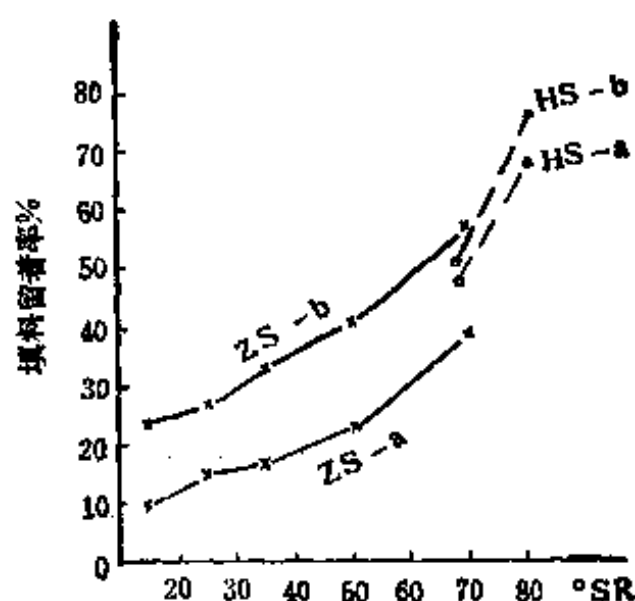


图 10-4-25 打浆度与纸中填料留着率的关系
Zs—化学浆 HS—磨木浆
a—未加硫酸铝 b—加有硫酸铝

4. 硫酸铝的添加

介质中 pH 值对填料和细小纤维在纸中的留着率很重要，pH 值可用添加至纸料中的硫酸铝的量来调节。硫酸铝的作用可解释如下：纤维素纤维在水中具有负电荷，在相同电荷作用下互相排斥，因而在水中呈分散状态。当加入硫酸铝后，三价正电荷的铝离子中和纤维以及填料粒子的负电荷，并在等电点时开始凝聚。

但在过度的酸性介质中，即在过剩的硫酸铝中，在 pH 值为 3.5 时又开始了粒子的分散作用，因为在这种情况下铝的正电荷已占优势，又重新出现粒子的相互排斥。为此，添加硫酸铝以提高填料粒子和细小纤维留着率时，应控制介质的 pH 值，在这种情况下，pH 值以约 5 为最好。

铝酸钠同样有助于提高纸中填料留着率。

在抄造定量为 $60\text{g}/\text{m}^2$ ，用漂白亚硫酸盐浆，网下水的 pH 值为 5.5~5.7 的情况下，硫酸铝对纸中高岭土留着率的影响如表 10-4-48 所示。

表 10-4-48

对绝干纤维 量加入的绝 干高岭土量 (%)	高岭土留着率		对绝干纤维 量加入的绝 干高岭土量 (%)	高岭土留着率	
	未加硫酸铝	添加硫酸铝		未加硫酸铝	添加硫酸铝
10	42	69	50	57	82
20	51	84	60	60	82
30	49	79	70	59	81
40	82	80	80	52	65

网下水的酸度对高岭土留着率的影响如表 10-4-49 所示。

表 10-4-49

网下水的pH值	6.5	6.0	5.7	5.0
高岭土的留着率(%)	45	55	67	55

5. 絮凝剂的添加

添加絮凝剂（助留剂），例如聚丙烯酰胺能够提高填料留着率，根据工厂实践，在生产过程中添加聚丙烯酰胺对提高填料留着率的效果显著，如表 10-4-50 所示。

表 10-4-50

纸 种	聚丙烯酰胺加入 量(%)	纸机网下白水浓 度(%)	纸中填料留着率 (%)
28g/m ² 打字纸	0	0.185	36.9
	0.45	0.151	42.1
	0.59	0.146	58.5
	0.74	0.171	60.4
52g/m ² 凸版纸	0	0.182	39.4
	0.69	0.134	63.6
60g/m ² 书写纸	0	0.207	54.3
	0.6	0.185	64.9

表 10-4-51

有助于填料在纸中留着的物质

主要性质	无机物		改性的天然物质		合成物质					
	铝		阳离子淀粉		羧甲基纤维素		聚乙烯胺	改性聚乙烯胺	聚酰胺	聚酰胺基
	硫酸铝	铝酸钠	固体	液体	固体	液体	液体	液体	液体	液体
物质状态	固体	固体	固体	固体	固体	液体	液体	液体	液体	液体
电荷性质	++	++	+	+	-	++	++	++	++	++
是否需要硫酸铝		需	不需	不需	需	不需	不需	不需	不需	不需
最佳pH值范围	4~7	5~8	4~7	4~7	4~5	6~8	4~8	4~8	4~8	4~8
加量, 对绝干纤维的%	约2.0	0.5~0.75	0.2~0.5	0.2~0.5	0.5~2.0	0.1~0.3	0.1~0.25	0.05~0.15	0.005~0.012	0.005~0.02
对纤维留着率的影响	+	+	++	++	+	++	++	++	++	+
对填料留着率的影响	+	+	++	++	+	++	++	++	++	++
对提高纸料脱水速度的影响	+	无影响	无影响	无影响	无影响	++	++	++	++	+
对所生产纸张白度的影响	无影响	-	无影响	无影响	无影响	-	无影响	无影响	无影响	无影响
对光学增白剂作用的影响	-	无影响	无影响	无影响	+	-	-	-	无影响	无影响

6. 能提高矿物质填料在纸中留着率的一些物质(表10-4-51)

7. 填料留着率的增加和降低

增加和降低填料留着率的情况如表 10-4-52 所示。

表 10-4-52

增加留着率的情况	降低留着率的情况
纸张的定量和厚度增加 纸料打浆度的提高 施胶时硫酸铝用量的增加 配浆中长纤维的比例增多 白水回用量的增加或白水封闭循环 纸料的温度提高 在长网部以案板取代部分案辊 加用絮凝剂	纸机车速增加 加大吸水箱、真空伏辊、真空压榨等处的真空度 增加长网纸机网部的振幅和振次 网目增加

第五节 染色

一、概 述

1. 染色的目的

纸张和纸板的颜色是成品外观检查的主要指标之一，大多数

表 10-5-1

目 的	说 明
生产各种不同颜色的色纸	为了使纸张达到某种要求的颜色，以满足使用需要
保持每批纸张的颜色一致	为了使生产的每批纸张保持一定的颜色，可在纸浆中加入少量染料用以调整颜色
进行显白	未漂浆多呈淡黄色或灰白色，为了提高纸张的白度，可以采用与该色相相适应的染料进行显白，例如加入天蓝色或蓝色的染料可使淡黄色的纸浆白一些
进行增白	对于一些白度要求相当高的纸张，在漂白浆中再添加适量的荧光增白剂染料，可显著增加白纸的白度，并使其光彩悦目

纸张在生产过程中都加用一定的染料，其目的如表 10-5-1 所示。

2. 染料的选择

在选用某种染料时，要考虑以下因素：

- (1) 纸张的用途；
- (2) 纸张对色彩的要求；
- (3) 对各种纸浆的染色特性；
- (4) 耐光不褪色性，耐化学不褪色性；
- (5) 溶解度；
- (6) 着色力；
- (7) 价格，特别是在使用深的色彩时；
- (8) 相对价值（价格×着色力）。

3. 颜料与染料

用于色纸生产的着色剂，可分为颜料和染料两大类，两者易于混淆，在造纸工业中多使用染料。

染料与颜料的区分如表 10-5-2 所示。

表 10-5-2

项 目	染 料	颜 料
来源	可分为天然染料和合成染料(或人造染料)，现多用后者	可分为天然矿物颜料，合成无机颜料和有机颜料
物理性质	可溶于水	不溶于水
	可溶于某些溶剂	不溶于其他介质液
应用性能	使各种纤维染上颜色	表面涂着
	进入纤维内部	不能进入物体内部
	物理化学性结合	物理性遮盖作用
用途	各种纺织纤维、纸张、皮革等的染色	制造油漆、油墨、橡胶、塑料、纸张等的着色

4. 染料的分类

染料的分类有两种方法：

(1) 化学分类

这是根据染料分子有类似的基本结构或共同的化学基团归纳成若干类,如硝基、偶氮、蒽醌、醌族,芳甲烷等类,简称化学分类法,适用于染料的制造和染料化学研究方面。

(2) 应用分类

这是根据染料性质及对纤维的染色性能及应用方法为基础,把它们归纳成若干类,简称应用分类法,适用于染料应用和商业方面。

应用的染料分类大致分为直接染料、酸性染料、酸性煤染染料、中性染料、碱性染料、硫化染料、还原染料、冰染染料、活性染料、分散染料、阳离子染料等。

而在造纸工业中用于纸张的染色主要使用直接染料、碱性染料和酸性染料。

5. 染料的名称和字尾

染料的种类很多,并且每类染料的性质和使用方法各不相同。为了便于区别和掌握,一种表示的方法是,只要看到染料的全称,就可以大概知道是属于那一类的,以及其颜色、色光和应用性能等。

染料的商品名称,一般都采用三段命名法,即由冠称、色称和字尾三部分组成,如表 10-5-3 所示。

表 10-5-3

项 目	说 明
冠称	说明染料根据应用方法或性质是属于那一类的,也就是表示染料的类别
色称	说明染料在纤维上染色后所呈现的色泽,例如,嫩黄、枣红、深蓝、灰等
字尾	用英文字母表示,说明染料的色光,特殊性能与用途等

通常应用的字尾所表示的意义(根据使用的习惯)如表 10-

5-4 所示。

表 10-5-4

字尾符号	意 义	字尾符号	意 义
B	表示蓝光	M	表示混合物
C	表示耐氯	R	表示红光
D	表示稍暗	T	表示深
F	表示光亮	V	表示紫光
G	表示绿光	Y	表示黄光
L	表示耐晒牢度较好		

示例，染料商品名称为直接枣红 B 的说明：

“直接”是它的冠称，是指该染料属于直接属染料；

“枣红”是它的色称，表示该染料在纤维上染色后呈现枣红的色泽；

“B”是它的字尾，表示该染料带蓝光。

此外，冠称和色称相同的染料，因字尾不同而表示其色光的不同，一般用一个字母来表示。但是，也有时用几个相同的字母表示，其含义是，例如 BB（或写成 2B）比 B 的色光还要蓝一些，又如直接湖蓝 6B 就比直接湖蓝 5B 的色光还要蓝一些。

6. 染料的溶解度

染料能溶于水或其它介质。酸性染料和活性染料在水中的溶解度较大，即较易溶解，而碱性染料和直接染料在水中的溶解度就差一些，但在热水中的溶解度还是较大的。

即使是同一类染料，它们的溶解度也是不相同的，例如，直接耐晒翠蓝在水中的溶解度就比直接湖蓝 5B 或 6B 小一些。

染料的溶解度的大小是由染料的结构中所含有的水溶性基团的多少而决定的。染料在水中的溶解度一般以 g/L 表示，例如，某种染料的溶解度为 80g/L，就是指在 1000ml 水中，能溶解染料最大的量为 80 g。

二、造纸常用的几类染料

在造纸工业中，作为纸张的染色常用的染料为碱性染料、直接染料和酸性染料。综合地进行比较，常用的染料的性质如表 10-5-5 所示。

表 10-5-5

染料种类 性质	碱性染料	酸性染料	直接染料
基团	有伯胺、叔胺等官能团	有磺酸基或羧基	有磺酸基、羧基，氨基
色泽	鲜艳	一般	一般
对光的抵抗能力	差	较好	较好
染色能力	强	弱	弱
亲和力	对各种植物纤维有不同的亲和力	对各种植物纤维无亲和力	对各种植物纤维均有较大的亲和力
在水中溶解度	可溶	易溶	可溶
适宜 pH 值	4.5~6.5	3.0~5.0	7 左右
适宜温度	70℃	80~100℃	40~100℃
媒染剂	单宁酸(对棉浆)	硫酸铝	有时加入食盐(氯化钠)或元明粉(硫酸钠)
适应范围	染混合浆料	染混合浆料	染轻施胶的浆料(染混合浆料的效果较差)
其他	经脲醛树脂处理的纸张，不能采用直接染料染色，脲醛树脂不能吸收直接染料		

(一) 直接染料

直接染料对纤维素具有较强的亲和力，在染色中不需要加任

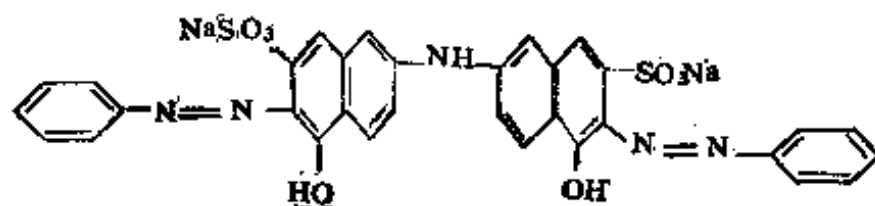
何助剂，就可以直接染色。

1. 直接染料的化学分类

主要是偶氮染料，其中以双偶氮或三偶氮为最多，此外尚有嘧啶染料和酞菁染料等。结构中常含有磺酸基钠盐 ($-\text{SO}_3\text{Na}$) 或羧酸钠盐 ($-\text{COONa}$) 等亲水基团。

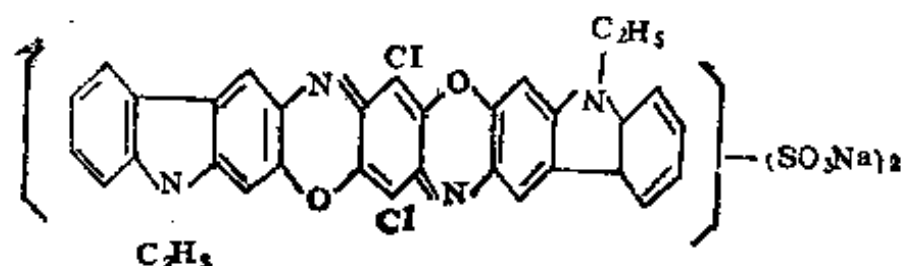
(1) 偶氮结构类

例：直接桃红 12B



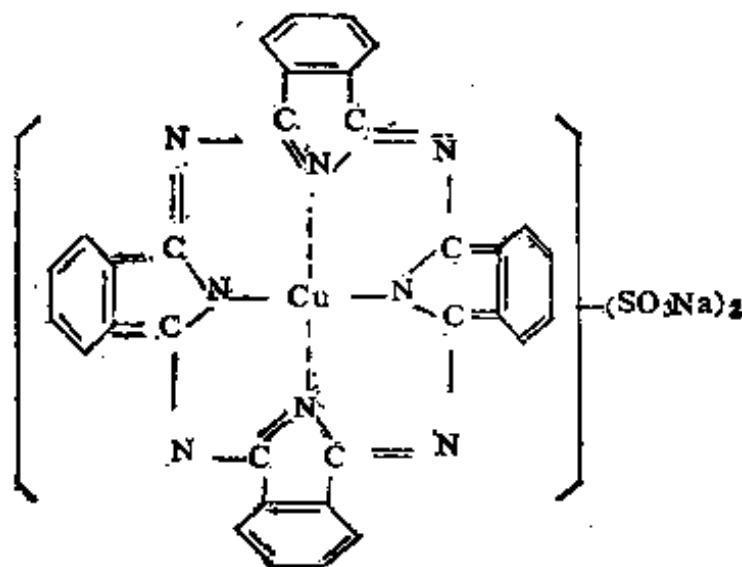
(2) 二嘧啶结构类

例：直接耐晒蓝 FFRI



(3) 酞菁结构类

例：直接耐晒翠蓝 GL



2. 直接染料特征

直接染料具有直接染着于纤维素纤维的特性，从直接染料的化学结构中，可以看出其特征：

- (1) 染料的分子较长，多呈直链式；
- (2) 染料分子具有共轭双键，一般不少于 8 个；
- (3) 染料分子的各个基环保持较好的平面性，分子量也较大；
- (4) 染料分子具有羟基、氨基、偶氨基等能形成氢键的基团，而水溶基团在另一边。

这样，直接染料能较紧密地靠拢纤维素纤维生成氢键和较强的范德华力，从而能与纤维素纤维相互吸引而结合。

3. 直接染料性能

直接染料的性能如表 10-5-6 所示。

表 10-5-6

项 目	性 能
溶解度	直接染料在一般情况下不溶于冷水，而溶于 50~80℃ 的热水，在沸水中呈透明溶液。但有些品种在冷却后又变为混浊（如直接染料 G）
溶解的用水量	溶解直接染料时，用水量应根据染料的溶解度而定
染料液的放置时间	有些品种的直接染料在溶解后的染料液不宜放置过久，否则有可能出现沉淀的情况，但加热后又可成为透明液体
染色时的染料用量	直接染料的染色能力比碱性染料低，因而要染成一定程度的颜色，则染料用量也较多
耐光性	直接染料的耐光性比碱性染料和酸性染料强，尤其是直接耐晒染料更为显著
色彩鲜艳性	一般情况，用直接染料染成的颜色比较黯淡，为此多用直接染料染成较深的颜色。

4. 直接染料作为纸张染色的性能

(1) 使用直接染料对纸浆进行染色，由于其亲和力较强，易出现不均匀染色，为此应对纸浆进行充分打浆。

(2) 直接染料最适宜对不施胶或轻施胶的纸浆进行染色。

(3) 由于大部分直接染料遇酸，特别是无机酸及其盐类时，会使染料水溶性降低，并凝结成为沉淀，因此直接染料加入纸浆的顺序应在施胶之前，或者胶料加入后硫酸铝加入前就添加，使染料在微碱性或中性的状态下被纸浆所吸附，从而获得较好的染色效果。

(4) 直接染料不适宜对磨木浆进行染色，这是由于磨木浆的纤维表面比化学浆的为小，不易吸收染料，从而染色后的色相浅淡。此外，用直接染料染色时，当纸浆中掺有磨木浆，易产生色斑点。

(5) 直接染料除用作纸张的染色外，个别色泽鲜艳的蓝色染料也作为纸张显白之用。

5. 一些直接染料的性质(表 10-5-7)。

表 10-5-7

商品名称	别 名	外 观	性 质
直接冻黄 G	直接冻黄 GX	深黄色均匀 粉末	溶于热水中呈黄色或金黄色溶液，如溶液温度下降到40℃则有絮状染料析出。用1g染料溶解在50ml水中，在≤15℃时，即成胶冻状，故名冻黄。对纤维素纤维的染色，温度在60℃亲和力最大
直接橙 S	直接金黄 S	金黄色粉末	溶解于水呈红桔棕色，能溶于酒精呈金黄色。对纤维素纤维的染色，温度在60~80℃亲和力最大
直接桃红	直接桃红 12B	红棕色粉末	溶解于水呈蓝光红色，微溶于酒精呈红光桔黄色。对纤维素纤维的染色，温度在40~60℃亲和力最大
直接耐酸大 红4BS	直接耐酸朱 红4BS	紫红色粉末	溶解于水呈红色，微溶于酒精呈桔黄色，不溶于丙酮。对纤维素纤维的染色，温度在80~100℃亲和力最大
直接耐酸枣 红	耐酸枣红	深红色粉末	溶解于水呈紫红色溶液，遇弱酸无变化，遇浓硫酸呈蓝色。对纤维素纤维的染色，温度在80~100℃亲和力最大

续表

商品名称	别 名	外 观	性 质
直接湖蓝5B		蓝色粉末	易溶于水, 呈红光蓝色溶液, 不溶于有机溶剂。对于纤维素纤维的染色, 温度在60~100℃亲和力最大
直接湖蓝6B		蓝色粉末	易溶于水, 呈鲜明蓝色溶液, 不溶于有机溶剂。对于纤维素纤维的染色, 温度在60~80℃亲和力最大
直接重氮黑BH	直接藏青	蓝灰色粉末	溶于水呈深青蓝至黑色, 微溶于酒精, 对于纤维素纤维的染色, 温度在60~80℃亲和力最大
直接耐晒嫩黄5GL	直接耐晒嫩黄5G	淡黄色粉末	溶于水呈柠檬黄色, 极微溶于酒精, 不溶于其他有机溶剂
直接耐晒橙2GL	直接耐晒桔黄2GL	红棕色粉末	溶于水呈金光橙, 微溶于酒精呈棕黄色。对于纤维素纤维的染色, 温度在80℃亲和力最大
直接耐晒翠蓝GL	锡利翠兰GL, 直接耐晒宝石兰	灰蓝至蓝色粉末	溶于水呈湖蓝色溶液。遇浓硫酸呈黄光绿色, 稀释后呈绿蓝色。并有蓝绿色沉淀
直接耐晒蓝RGL	直接耐晒蓝FG	蓝灰色粉末	溶于水呈深蓝色, 溶于酒精。对于纤维素纤维的染色, 温度在80℃亲和力最大
直接耐晒灰LBN	直接耐晒灰LRN	灰色粉末	溶于水呈暗紫色, 不溶于酒精, 对硬水有些敏感。对于纤维素纤维的染色, 温度在80℃亲和力最大
直接耐晒黑G	直接耐晒黑	黑色粉末	溶于水呈绿光黑色, 微溶于酒精和丙酮。可作为直接黑的代用品种
直接黄R		咖啡色粉末	溶于水呈深黄色, 遇浓硫酸呈红紫色, 微溶于酒精
直接红棕RN		深褐色粉末	溶于水呈红棕色溶液, 遇浓硫酸呈深褐色, 微溶于酒精
直接黑FF		深黑色粉末	溶于水呈紫黑色, 遇浓硫酸呈深黑色, 不溶于酒精

一些直接染料属联苯胺结构, 有致癌作用, 现已被淘汰, 计有: 直接黄 G、R, 直接大红 4B (别名: 直接朱红、刚果红、直

接煮红); 直接红 F (直接朱红 F); 直接枣红 GB (直接红酱, 直接酒红, 直接紫红, 直接紫酱); 直接枣红 B (直接枣红); 直接紫 N (直接青莲 N); 直接紫 R (直接青莲 R); 直接蓝 2B (直接靛蓝 2B); 直接绿 B (直接墨绿 B, 直接煮绿); 直接黄棕 D3G (直接金驼 D3G); 直接深棕 M (直接红棕 M); 直接耐晒棕 BRL; 直接耐晒棕红 RTL (直接耐晒棕 RT) 等。

(二) 碱性染料

旧称盐基染料, 是最早发现的人工合成的染料类属, 具有良好的鲜艳度和高浓的着色力。

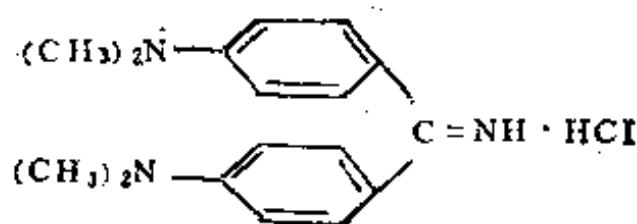
碱性染料是含有碱性的氨基 $-NH_2$, 取代的氨基如 $-N(CH_3)_2$, $-N(C_2H_5)_2$, 生成的盐, 如 $-NH_2 \cdot HCl$ 或 $-N(CH_3)_2 \cdot HCl$ 。

1. 碱性染料的化学分类

碱性染料的化学结构类型较多 主要有二芳甲烷型、三芳甲烷型、偶氮型、硫氮蒽型等。

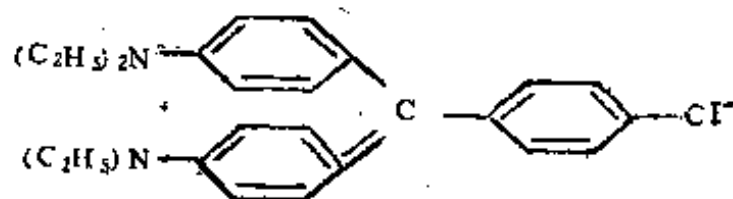
(1) 二芳甲烷型

例: 碱性嫩黄 O:



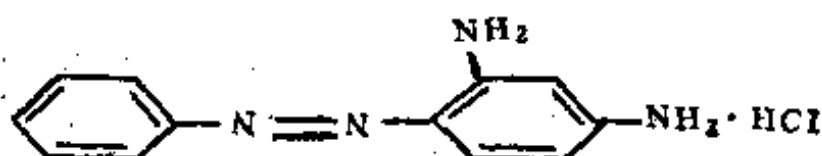
(2) 三芳甲烷型

例: 碱性艳绿



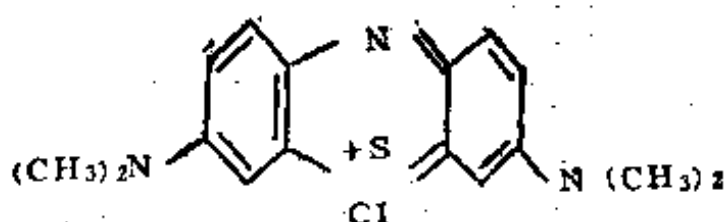
(3) 偶氮型

例：碱性橙：



(4) 硫氮蒽型

例：碱性湖蓝 BB：



2. 碱性染料的性能

碱性染料的性能如表 10-5-8 所示。

表 10-5-8

项 目	性 能
溶解度	碱性染料易溶于水，加入醋酸或酒精更能增大染料的溶解度
溶解时温度的控制	溶解碱性染料时不得煮沸，因为这样碱性染料将被分解而破坏，析出不溶解的染料基。从而一般溶解碱性染料的水温以不超过80℃为宜，而碱性嫩黄的溶解水温应为50~60℃
对碱和硬水的影响	碱性染料对于碱和硬水特别敏感，任何游离碱均能使它产生色斑，而特别是在暂时硬度大的水中溶解碱性染料时，会产生一种沉淀物，它造成纸张染色困难
着色力和鲜艳性	碱性染料的着色力极强，色彩极为鲜艳
耐光性	碱性染料的耐光牢度很差，并且对耐碱耐醋也很差

3. 碱性染料作为纸张染色的性能

(1) 碱性染料是用于纸张染色的一种较重要的染料，它具有着色力强、色彩鲜艳、价格低廉等优点，但耐光性较差，适用于制造价廉而无需耐久的色纸。

(2) 碱性染料对纯纤维素纸浆的亲合力不大，而对木素具有很大的亲合力，因而对未漂浆的染色比漂白浆的染色好，染木素含量高的硬浆也比染木素含量低的软浆所需染料为少。

(3) 使用碱性染料在染漂白浆和未漂浆的混合浆时，也可先加染料到漂白浆中，尽可能延长漂白浆与染料的接触时间，随后再加入未漂浆。

(4) 碱性染料对木素具有较大亲合力，因而易于使磨木浆着色，并与磨木浆形成稳定的化合物，即碱性染料适用于磨木浆的染色。

(5) 如果用碱性染料染化学浆和磨木浆混合浆料时，由于磨木浆染色较深，而易于出现染色不均匀的现象，在生产上要注意。

(6) 对于纸浆的染色，碱性染料是以沉淀的方式与纤维结合，在一些情况下，其色相较染料本身色相还鲜艳。

(7) 由于很弱的碱性对于碱性染料都会产生不良的影响，因而在一般情况下，碱性染料溶液应在加胶料和硫酸铝后再加入。加入时纸浆应呈弱酸性（pH 值 4.5~6.5），其原因弱酸性反应是保持碱性染料色泽稳定性的最有利的条件。

4. 一些碱性染料的性质（表 10-5-9）

表 10-5-9

商品名称	别名	外观	性质
碱性嫩黄 O	盐基淡黄 O 盐 基槐黄	黄色均匀粉末	溶于冷水，易溶于热水及酒精呈黄色。其水溶液温度超过 70℃ 时，染料被分解为四甲基代苯甲酮
碱性橙	盐基金黄盐基 杏黄	闪绿色结晶 或砂状	溶于水呈黄光橙，溶于酒精，微溶于丙酮，不溶于苯
碱性品红	盐基品红	黄绿光闪光 结晶或砂状	溶于冷水或热水中呈红紫色，极易溶于酒精呈红色

续表

商品名称	别名	外观	性质
碱性玫瑰精	盐基玫瑰精 B 老丹明红 (Rhodamine B)	亮绿色闪光 小结晶状粉末	溶于水及酒精中呈带强荧光的兰 光红色溶液。微溶于丙酮。冲淡后 商品名碱性桃红
碱性紫 5BN	盐基靛蓝盐基 品紫	暗绿色闪光 均匀粉末或小块	溶于水为紫色溶液。溶于酒精呈 紫色。其水溶液迁盐酸则变兰
碱性艳蓝 R	盐基品蓝 R	蓝质色均匀 粉末	微溶于冷水。能溶于热水。易溶于 酒精
碱性艳蓝 B	盐基品蓝 B	深紫色或灰绿 色粉末	溶于水及酒精呈紫色。遇浓硫酸 呈红光棕色。稀释后从黄至绿。然 后变成蓝色
碱性艳蓝 BO	盐基品蓝 BO	闪光金棕色膏 状物	遇浓硫酸呈棕黄色。稀释后呈红 光黄色。水溶液加浓烧碱液呈红棕 色
碱性品蓝	盐基品蓝	棕黄色粉末	溶于水及酒精呈蓝紫色。为碱性 紫 5BN 与碱性湖蓝 BB 混合而得
碱性湖蓝 BB	盐基湖蓝 BB。 亚甲基无蓝	金红色闪光 或古铜色粉 末	溶于水稍溶于酒精呈蓝色。遇浓 硫酸呈黄光绿色。稀释后呈蓝色。 水溶液加浓烧碱液呈紫色和暗紫色 沉淀
碱性艳绿	盐基艳绿盐基 金沙绿	绿色闪光 砂状或块状	溶于冷水和热水呈绿色。易溶于 酒精呈绿色。于碱液中为浅绿色沉 淀
碱性绿	盐基品绿。孔雀 绿	绿色闪光结 晶片状	溶于冷水和热水呈绿色。易溶于 酒精呈绿色。水溶液加浓烧碱液呈 微带绿光的白色沉淀。
碱性棕	盐基棕 G	棕色粉末	易溶于水呈黄光棕。微溶于酒 精。不溶于丙酮和苯。遇浓硝酸呈 橙色转为黄色。

(三) 酸性染料

酸性染料用途很广，对聚酰胺纤维、蛋白质纤维等具有直接性，需在酸性溶液中染色。主要用于锦纶、羊毛、皮革、蚕丝等的染色。酸性染料用作于纸张的染色远不及直接染料或碱性染料

应用得普及。

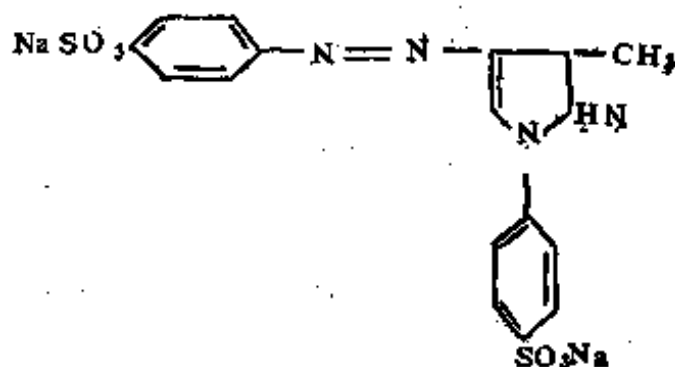
酸性染料分子中都含有磺酸基 ($-\text{SO}_3\text{H}$)，少量含有羧基 ($-\text{COOH}$)，它们的商品形式是钠盐，即含有 $-\text{SO}_3\text{Na}$ 基或 $-\text{COONa}$ 基。

1. 酸性染料的化学分类

酸性染料按其化学分类有亚硝基类、偶氮类、三芳甲烷类、蒽醌类，其中以偶氮、三芳甲烷和蒽醌三类为主。

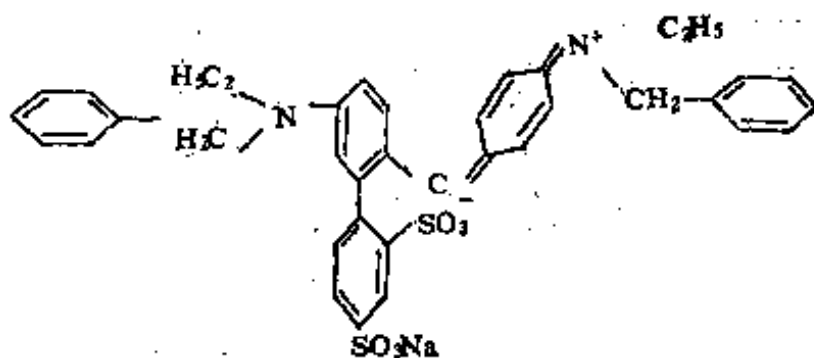
(1) 偶氮类

例：酸性嫩黄 G



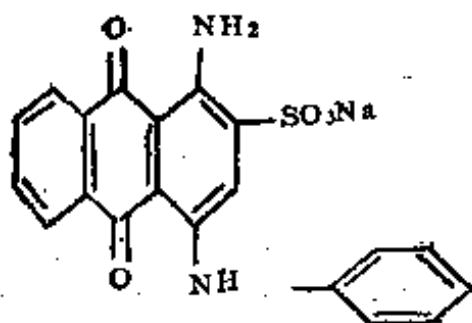
(2) 三芳(苯)甲烷类

例：酸性湖蓝 A



(3) 蒽醌类

例：酸性蒽醌蓝



2. 酸性染料的性能

酸性染料的性能如表 10-5-10 所示。

表 10-5-10

项 目	性 能
溶解度	分子结构较小, 水溶性基团多, 因此比其他任何一类染料均易溶于水而趋向于形成单分子的溶液
溶解时对硬水的影响	可溶解于中等硬度的冷水中, 酸性染料不像碱性染料那样对硬水非常敏感, 因而在一般情况下, 溶解酸性染料的水不必进行特殊的软化处理
着色力和鲜艳性	酸性染料的着色力和色彩鲜艳性均比碱性染料差
作为浆内染色的应用性	由于酸性染料易溶于水以及与纤维素纤维没有亲和力, 这样用于浆内染色时, 染料的流失就较大, 为此酸性染料用于浆内染色远不及直接染料或碱性染料应用得普及

3. 酸性染料作为纸张染色的性能

(1) 酸性染料常常用于浸渍染色和涂刷上色, 一般配制的染液浓度可达 8% 以上。

(2) 酸性染料对各种植物纤维的亲和力均较弱, 在浆内染色时, 只是被硫酸铝定着在纤维上, 因此酸性染料应在加胶和加硫酸铝后立即加入, 因为在这种情况下最有利于硫酸铝与酸性染料互相作用, 从而形成色淀。

(3) 硫酸铝的用量可适当提高一些, 以便加入的染料量能够充分的利用, 并充分形成色淀。

(4) 使用酸性染料染色时的 pH 值以 4.5~5.0 为宜。

(5) 酸性染料也可与其他类染料混合使用。

(6) 对于染混合浆料使用酸性染料不会产生色斑, 这是由于它与植物纤维的亲和力较弱。

4. 一些酸性染料的性质 (表 10-5-11)

表 10-5-11

商品名称	别名	外观	性质
酸性嫩黄G	酸性淡黄G	黄色粉末	易溶于水和丙酮呈黄色，微溶于苯，不溶于其他有机溶剂。它的水溶液加10%硫酸液没有变化
酸性嫩黄2G	酸性嫩黄2GS 酸性淡黄2G	浅黄色粉末	溶于水呈绿光黄，微溶于酒精和丙酮，不溶于其它有机溶剂，于浓硫酸中为绿黄色
酸性金黄G	酸性皂黄	黄色粉末	溶于水酒精呈桔黄色，能溶于乙醚和苯中，微溶于丙酮
酸性橙I	酸性金黄I	金黄色粉末	溶于水呈金光黄，溶于酒精呈桔色，于浓硫酸中为品红
弱酸红A	酸性曙红A 墨水红A 酸性墨水曙红	桔红色粉末	溶于水和酒精呈带有黄绿色荧光的蓝光红色溶液，遇浓硫酸呈黄色
酸性红G	酸性大红G	红色粉末	溶于水呈大红色，微溶于酒精，不溶于其他有机溶剂
酸性红B	酸性紫红酸性 枣红	暗红色粉状	溶于水呈蓝光红色溶液，可溶于酒精呈红色，微溶于丙酮
酸性红3B	酸性桃红3B	暗红色粉末	溶于水和酒精，微溶于丙酮
酸性品红6B	酸性红6B	深红色粉末	溶于水呈蓝光红至品红色溶液，微溶于酒精，丙酮，不溶于其他溶剂
酸性大红GR	酸性朱红 酸性大红105	黄光红色粉末	溶于水呈红色溶液，能溶于酒精，极易溶于丙酮，不溶于其他溶剂
酸性大红3R	酸性大红121	红色均匀粉末	溶于水呈红色溶液，微溶于酒精，不溶于其他溶剂
酸性湖蓝A	A字湖兰	蓝色粉末	易溶于冷水和热水呈蓝色，溶于酒精也呈蓝色
酸性湖蓝V	V字湖蓝	深蓝色粉末	极易溶解于冷水和热水中，在水中的溶解度很好，也能溶于酒精呈蓝色
酸性萘酚兰	酸性萘酚艳兰	天蓝或深兰色粉末	可溶于丙酮、乙醇，微溶于苯、四氯苯
酸性粒子元	酸性粒子元 NBL，酸性皮元 NBL	黑色带有闪光的粒状	溶于水呈蓝紫色溶液，溶于酒精呈蓝色溶液

续表

商品名称	别 名	外 观	性 质
酸性黑10B	酸性毛元	蓝黑色粉末	可溶于水、乙醇，微溶于丙酮，不溶于其它有机溶剂
酸性黑ATT	酸性毛元ATT	黑褐色粉末	溶于水呈黑褐色溶液，是由酸性黑10B与酸性橙配制而成的

(四) 不常用的两类染料

1. 硫化染料

(1) 硫化染料染色牢固，价廉，但仅能染深色，并且色泽黯淡，为此对于纸张的染色，仅在需要良好的耐光、耐水和耐酸性，但不要求色彩鲜艳的情况下使用，个别情况可用于施胶纸和不施胶纸的染色。

(2) 在纸张染色中很少采用的硫化染料有硫化黄 G、C（黄褐色粉末）、硫化黄棕 5G（别名硫化红棕 GDR，红棕色粉末）、硫化蓝（蓝灰色粉末）。

2. 阳离子染料

(1) 阳离子染料是在旧有的碱性染料基础上，为了适应聚丙烯腈纤维（即腈纶）染色的需要，而发展起来的一类新染料。

(2) 阳离子染料主要用于合成纤维的染色，而在纸张染色中个别情况也有与碱性染料配合使用的。

(3) 阳离子染料是指染料在溶液中电离而成带有阳电荷的有色阳离子，阳离子染料分子中带阳电荷的基团与发色团以一定的形式相联结，它同时还有补偿阴离子存在。

(4) 阳离子染料的耐晒牢度比碱性染料强得多。

(5) 在纸张染色中，个别工厂在个别纸种上也有配用阳离子染料的，例如，在生产鹅黄色彩色皱纹纸时，就在使用碱性嫩黄的情况下，配用一定量的阳离子嫩黄 7GL（浅黄色粉末，耐晒牢度高，色泽鲜艳）和阳离子深黄 2GL（深黄色粉末，耐晒牢度

高),这样可以提高彩色皱纹纸的色泽鲜艳程度和耐晒牢度。

一些阳离子染料的性状如表 10-5-12 所示。

表 10-5-12

商 品 名 称	国内编号	性 状
阳离子黄2GE	阳离子黄 1	浅黄色粉末
阳离子黄4G	阳离子黄 2	带绿光的黄色粉末
阳离子黄X-6G	阳离子黄 3	棕黄色粉末
阳离子金黄X-GL	阳离子黄 4	金黄色粉末
阳离子深黄GL	阳离子黄 5	深黄色粉末
阳离子深黄RGL	阳离子黄 6	深黄色粉末
阳离子橙1GL	阳离子橙 1	橙黄色粉末
阳离子红BL	阳离子红 1	带绿光的红色粉末
阳离子红2BL	阳离子红 3	浅红灰色均匀粉末
阳离子红2GL	阳离子红 4	暗红色均匀粉末
阳离子红X-GRL	阳离子红 6	暗红色粉末
阳离子桃红FG	阳离子红 7	暗红色均匀粉末
阳离子紫3BL	阳离子紫 1	深蓝色均匀粉末
阳离子紫2RL	阳离子紫 2	深红色均匀粉末
阳离子翠蓝GB	阳离子兰 1	古铜色均匀粉末
阳离子蓝GL	阳离子兰 2	带红光的蓝色
阳离子艳蓝RL	阳离子兰 3	蓝绿色均匀粉末
阳离子蓝X-GRRL	阳离子兰 4	蓝绿色粉末
阳离子黑RL	阳离子黑 1	黑色粉末

三、配 色

用一种色相的染料与另一种色相的染料相拼配而呈现一种新

的色相，或改变其原色相或色光的称为配色。

生产带颜色的纸张，可以选用单一染料进行染色，但通常往往需要几种染料混合在一起，以取得不同的色调。因此，在配色时首先要确定染料的配方，然后取少量纸浆进行染色和调色试验，再根据小型试验的结果，在生产上予以实施，并作必要的调整。

配色时运用的染料色别越少越好，这是由于染料中往往带有各种不同的杂质色素，当几种染料在拼合时，其中的杂质色素也随着拼合起来，这样给配色带来了困难，其结果就难于得到正确的颜色。

（一）三基色配色

由于配色的方法目的不同，三基色配色法又分为加色法和减色法。

1. 加色法

通常选用红、绿、蓝作为三基色。三基色原理可用简单的实验来说明：把红、绿、蓝三束单色光部分相叠地投射到一个白色屏幕上，成为三基色圆图，如图 10-5-1 所示。由图中可以看出，红+绿=黄，绿+蓝=青，蓝+红=品，红、绿、蓝按一定比例相加得白。

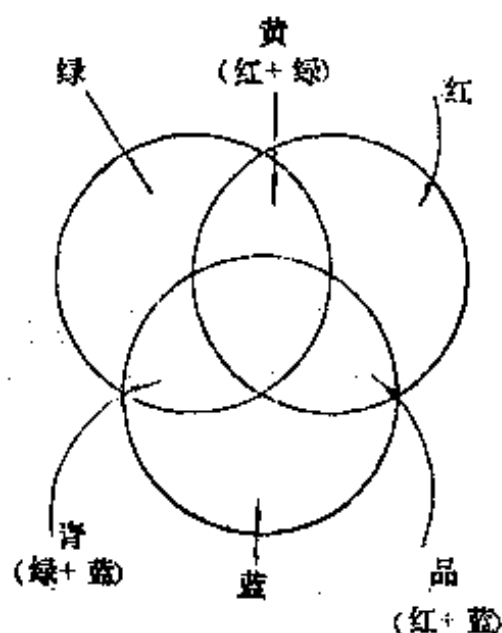


图 10-5-1 加色法三基色圆图

由此可见，由红和青相加也同样能得白色，因为青色本来就是绿、蓝两色相加的结果。同样，用绿和品，或用蓝和黄相加，也能得到白色。

加色法主要应用在彩色照像、彩色电视等。

2. 减色法

在纸张染色中是采用减色法(相减混色),如图10-5-2所示。减色法是将彩色颜料混配在一起的结果,所考虑的是颜料而不再是光源了。减色法的三基色为黄、青、品,即一般习惯上所说的黄、品、青三原色。必须注意这类基色与加色法的三基色红、蓝、绿两者互为补色,必须加以区别,不可混为一谈。

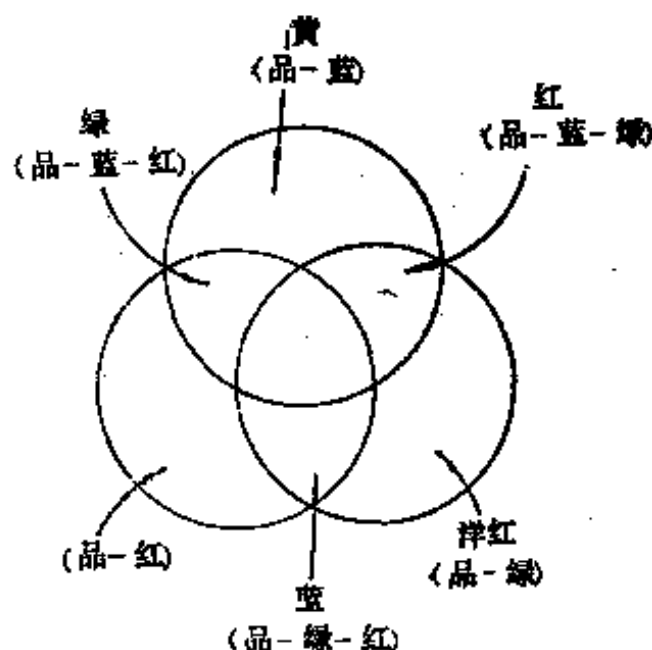


图 10-5-2 减色法三基色圆图

当白光照射在染料上后,光谱的某些成分被吸收,其余部分则被反射,其结果概括如下:

黄色=白色-蓝色

品色=白色-绿色

青色=白色-红色

黄色+品色=白色-蓝色-绿色=红色

黄色+青色=白色-蓝色-红色=绿色

品色+青色=白色-绿色-红色=蓝色

黄色+品色+青色=白色-蓝色-绿色-红色=黑色

减色法原理与加色法不同。黄染料之所以呈黄色,是由于它吸收了蓝光(蓝色和黄色互补),反射出红和绿光,所以从白色减去蓝色后剩下黄色;而青染料则吸收掉红光。把黄、青两种染料相混,它们就同时吸收蓝、红两光,因此剩下绿光反射出来,呈现绿色。

以上所介绍的三原色(三基色)实际上应分为两组,即颜色光(红、绿、蓝)和着色物质(染料和颜料)的三原色,后者即是以上所说的减色法(减法三原色)。减色法三原色按色度学专用

色名的提法应是黄、品、青,但在实际染色应用中习惯叫法是黄、红(指品)、蓝(指青)、这种减色法三原色黄、红、蓝的提法从色度学命名来看虽不够确切,但在染料、颜料配色工作中延用已久,且染料和颜料三原色的颜色并不与颜色光完全相似,为了不致发生误解,在本节以后再提到减色法三原色时统称为黄、红、蓝。

(二) 二次色(间色)和三次色(复色)

三原色色相图如图 10-5-3 所示,中央部分为灰色或黑色,光谱七色分别位于圆周各处,圆周上各点为最鲜艳的各种色泽。红、黄、蓝三原色等量混合可以得到灰色或黑色,如将相邻的两种原色混合,可得到二次色(间色)、用两种二次色混合,或者任意一种原色与它

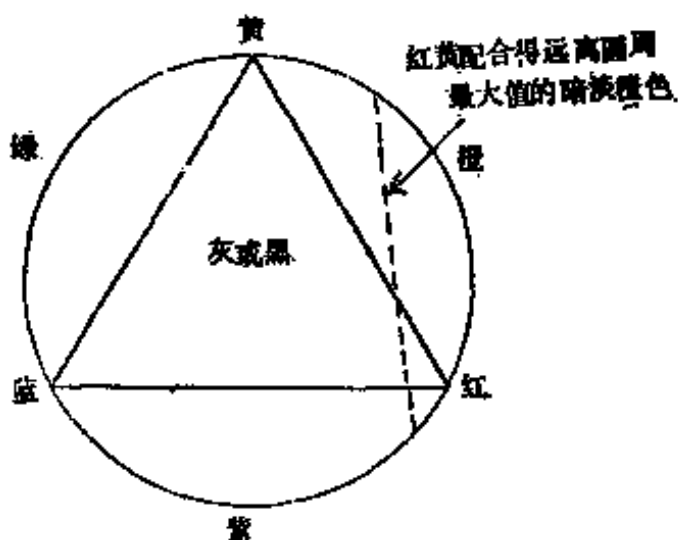


图 10-5-3 三原色色相图

对应的间色相混合所得到的颜色均为三次色(复色),其相互关系如图 10-5-4 所示。

从以上两图可以看出,每个二次色都是由两个原色配成,任何两个二次色配出的色均为灰色,但有红灰、黄灰、蓝灰之分。如将三角形色团展开,其色度层次如下所示:

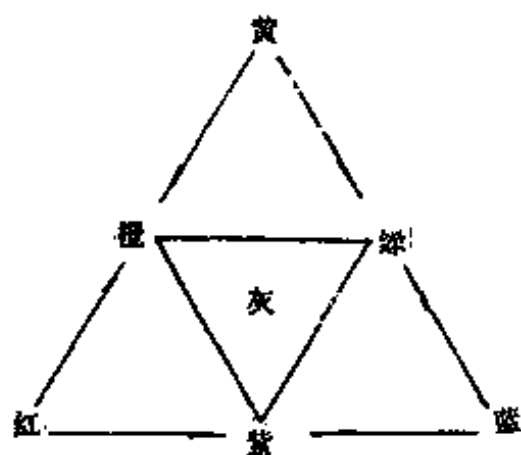
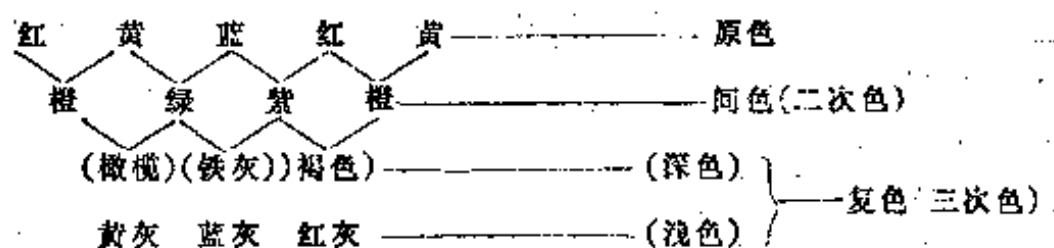


图 10-5-4 三角形色团图

从图 10-5-4 可以看出,任何两个间色相配呈灰色,任何两个间色与另一原色相配也呈灰色。



三原色的配色色变规律如表 10-5-13 所示。

表 10-5-13

色 别	配 色	色 比
黄 灰 (橄榄)	橙 $\left\{ \begin{array}{l} \text{黄} \\ \text{红} \end{array} \right\}$ 绿 $\left\{ \begin{array}{l} \text{蓝} \\ \text{黄} \end{array} \right\}$ 灰(黑) 蓝	$2\text{黄} + 1\text{蓝} + 1\text{红} = \text{黄灰}$ $\text{橙} + \text{绿} = \text{黄灰(橄榄)}$
红 灰 (褐色)	橙 $\left\{ \begin{array}{l} \text{黄} \\ \text{红} \end{array} \right\}$ 紫 $\left\{ \begin{array}{l} \text{蓝} \\ \text{红} \end{array} \right\}$ 灰(黑) 蓝	$2\text{红} + 1\text{蓝} + 1\text{黄} = \text{红灰}$ $\text{橙} + \text{紫} = \text{红灰(褐色)}$
蓝 灰 (铁灰)	绿 $\left\{ \begin{array}{l} \text{黄} \\ \text{蓝} \end{array} \right\}$ 紫 $\left\{ \begin{array}{l} \text{红} \\ \text{蓝} \end{array} \right\}$ 灰(黑) 蓝	$2\text{蓝} + 1\text{黄} + 1\text{红} = \text{蓝灰}$ $\text{绿} + \text{紫} = \text{蓝灰(铁灰)}$
橙 灰 (烟色)	橙 $\left\{ \begin{array}{l} \text{黄} \\ \text{红} \end{array} \right\}$ 绿 $\left\{ \begin{array}{l} \text{蓝} \\ \text{黄} \end{array} \right\}$ 红	$2\text{黄} + 2\text{红} + 1\text{蓝} = \text{橙灰}$ $\text{橙} + \text{绿} + \text{红} = \text{橙灰(烟色)}$
绿 灰 (茶绿)	绿 $\left\{ \begin{array}{l} \text{黄} \\ \text{蓝} \end{array} \right\}$ 紫 $\left\{ \begin{array}{l} \text{红} \\ \text{蓝} \end{array} \right\}$ 黄	$2\text{黄} + 2\text{蓝} + 1\text{红} = \text{绿灰}$ $\text{绿} + \text{紫} + \text{黄} = \text{绿灰(茶绿)}$
紫 灰 (红光青)	橙 $\left\{ \begin{array}{l} \text{黄} \\ \text{红} \end{array} \right\}$ 紫 $\left\{ \begin{array}{l} \text{蓝} \\ \text{红} \end{array} \right\}$ 蓝	$2\text{红} + 2\text{蓝} + 1\text{黄} = \text{紫灰}$ $\text{橙} + \text{紫} + \text{蓝} = \text{紫灰(红光青)}$

(三) 三原色配色的应用

从理论上来说，三种原色可以按照不同的量而配合成一定的色泽，然而在实际应用中，由于任何一种染料并不是化学纯的，所以不能笼统地不分色相，不管染色性能而认为只要是红、蓝、黄三色的染料就是三原色，即能配出符合理想的各种颜色。在配色过程中，首先应根据不同用途，选择出所需类型的一套三原色染料，随后进行细致的配合试验，确定配比和色称后才能应用。在实际应用中为了达到理想的效果，除主要应用三原色以外，还需要应用金黄、玫紫等来配色，这样可以弥补掉染料本身不纯影响配色效果的弊病。

配色时必须注意到配相，因为配色不配相颜色晦暗，例如，欲配纯紫色要用带蓝光的红色与带红光的蓝色才能获得色泽纯正、色光鲜艳的纯紫色，这是由于色相相都是蓝和红之间的混合，所以配色效果理想。而如选用带绿光的蓝色和带蓝光的红色相配，则只能得出暗紫色，这是因为蓝色中绿光与红色中蓝光相配，色光灰暗，且蓝绿与红色互为补色，致使色泽深暗。根据这个原理，配色染料的色彩Ⅰ和色彩Ⅱ相加得出的配色效果如表 10-5-14 所示。

表 10-5-14

配 色 染 料		配 色 效 果
色 彩 Ⅰ	色 彩 Ⅱ	
红光蓝色	蓝光红色	纯紫色
黄光蓝色	蓝光黄色	纯绿色
红光黄色	黄光红色	纯橙色

(四) 配色时色泽的调整

配色时应特别注意色相的变化，配色的效能总的有三点。

(1) 增艳作用(浅色效应); (2) 增深作用(深色效应); (3) 减色作用。欲达到这三点应熟练地应用以下两个方面: (1) 由黄到绿的色变转向的颜色加深, 例如: 黄、橙、红、紫、蓝、绿, 这是深色效应, (2) 反之, 由绿到黄的色变转向的颜色变浅, 这是浅色效应, 同时掌握补色规律。

三原色的应用如图 10-5-6 所示。

配色如欲获得鲜艳度高的理想色相, 除应用浅色效应色变转向规律外, 应尽量避免补色的产生。图中所示对角线两端的两色互为补

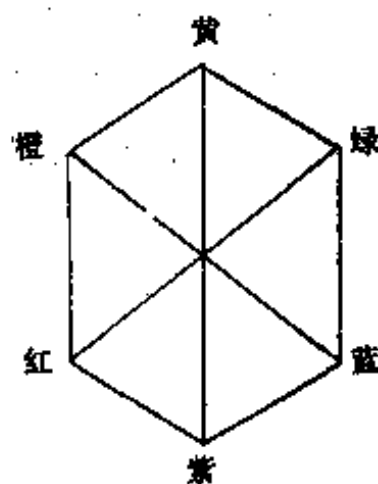


图 10-5-5 调色关系及补色图

色, 如红与绿两者互补为黑色, 使色光晦暗。

配色时如欲获得增深效果, 除应用深色效应色变转向规律调色外, 有时又人为地应用补色规律。如一个红光黑色, 深度够了, 但乌黑度尚差, 可适当加入一些绿色, 因绿色是深色效应中色泽最深的, 且绿与红互为补色, 稍加入一些绿色既可提高乌黑度, 又可获得增深的效果。

与上述原理相似, 如在染色中带有杂色, 可加用与其相邻的

表 10-5-15

欲染色相	所带不要的色相	酌加补救的色相
红	紫 橙	橙 紫
黄	橙 绿	绿 橙
蓝	绿 紫	紫 绿

色相进行校正。例如，为了消除红中带紫，可加橙色进行校正，为了校正绿中带黄，可加蓝色。按此类推，即能在染色过程中调节色泽，以适应色纸生产的需要。

校正杂色所用的色料也可如表 10-5-15 所示。

(五) 配色实例

1. 棕色（雪茄烟纸）

配棕色应视棕的色相要求而定，棕色具体可区分为黄棕、红棕、褐棕、橄榄棕、栗棕等。在配制棕色时以红、橙两种染料为主，根据不同棕色的要求，可添加适量的蓝、黄染料用以杀减红色。例如，配出的棕色嫌红光太大，可加入少量蓝色和黄色（蓝+黄=绿，绿与红互为补色），又如配出的棕色嫌色光太灰暗，这说明配用蓝色已过量，可添加黄色进行校正。综上所述，在配棕色时应掌握的规律是，如色光灰暗可添加黄色来提高鲜艳度，如深度不够可增加红色的用量，如深色足够而嫌色光太亮可增加蓝色的比例。

雪茄烟纸的颜色为深褐色，所用原料为漂白麻浆和硫酸盐木浆，所用染料为直接桔红 1.5%（对浆），直接耐晒黑 G 1%，碱性嫩黄 O 1%。

2. 绿色（有光纸）

对于有光纸来说，色泽要求鲜艳，但牢度要求不高，所以可以选用碱性染料，因为碱性染料具有卓越的鲜艳度。

生产绿有光纸选用碱性品绿 0.15%，碱性嫩黄 O 0.05%。碱性品绿呈蓝绿色，蓝光大色使色泽不鲜艳，而碱性嫩黄 O 具有与颜色光一样的纯黄色，它可以削弱蓝色，使成纸具有较鲜艳的果绿色。

3. 黄色（有光纸、打字纸）

生产黄色有光纸或打字纸，如原料是漂白浆可以选用单一的碱性嫩黄 O 0.05~0.1% 即可获得理想的效果。但有时纸浆的白度

不够，染色效果不佳，则可稍加 0.01% 左右直接耐晒翠蓝 GL 或碱性品绿，这样既可起到显白提蓝作用，又可调整色光，消除因纸浆白度不够带来的缺陷，获得较满意的色彩。

4. 粉红色（面巾纸、卫生纸）

生产粉红色面巾纸或卫生纸要求纸浆白度高，使用染料以碱性玫瑰精为主，一般用量在 0.01~0.03% 之间。如认为成纸的光泽亮度差可增用少量荧光增白剂 VBL，这样可以改进色光，增强亮度，获得一般染料所无法取得的效果。

四、测定纸张颜色的方法

纸张颜色的测定可采用生理的、物理的或生理物理的方法。

（一）生理的方法

生理的方法是靠目力对欲测试样与标准颜色板进行比较鉴别。这种方法简单，但比较结果常受人的视觉机能和光源条件所影响，并且难以用数字来科学地表示出。

（二）物理的方法

物理方法是用分光光度来测定以波长为函数的反射率，并记录绘制成反射率曲线。这种反射率表示试样反射一定波长的光线数量与标准白色板表面（如纯净氧化镁）反射相同波长光线数量的对比。

图 10-5-6 为几种深色纸张的光学反射率曲线。分光光度计为有色纸张的比较提供了一种方法，也可用以校对纸张的褪色程度。但仅在这些曲线图表的基础上来比较颜色的感觉还是困难的，这是由于分光光度计并不测定颜色，而只是测定了与颜色有关的物理性质。

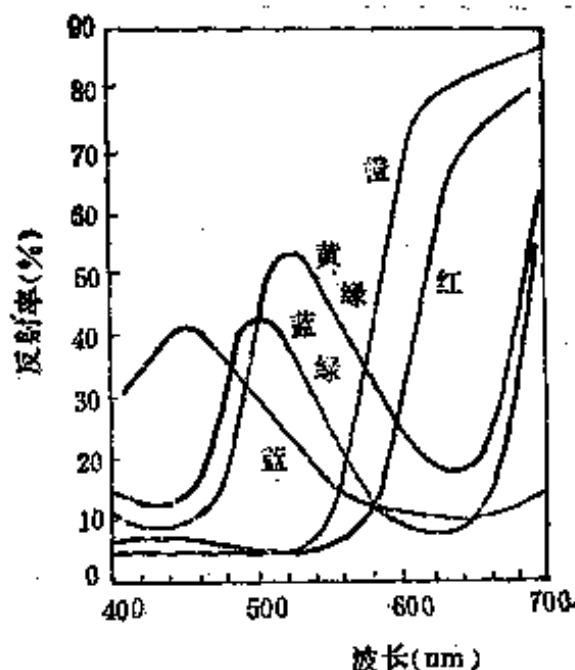


图 10-5-6 几种深色纸张的光学反射率曲线

(三) 生理物理的方法

这种方法是用物理的方法进行测定,但以生理的方法来解释。

在生理学中,三种感光体学说是与三基色原理相符合。这一学说假设人眼中有三组感光细胞,它们分别对红、绿、蓝三基色最为敏感。我们可以把眼睛作为接受器,对着三种不同的光谱敏感中心做一叙述,即人类眼睛的颜色感觉机能是不完全相同的。

1. 标准观察者

在仔细检验了标准颜色视觉的人以后,国际照明协会(I. C. I 或称 C. I. E)于1931年综合了一个假定的标准观察者,即依据于一些有正常颜色鉴别能力的人,得到的平均颜色鉴别。标准观察者的三组感光细胞对不同波长颜色的灵敏程度可用三条光敏曲线(\bar{X} 红、 \bar{Y} 绿、 \bar{Z} 蓝)来表示,如图10-5-7所示。图10-5-8也说明了三种基本刺激的三刺激分布因素。

2. 颜色的三刺激值

人们的各种颜料感觉都是由三组感光细胞所受到的三基色刺激的不同比例和绝对值得出的。

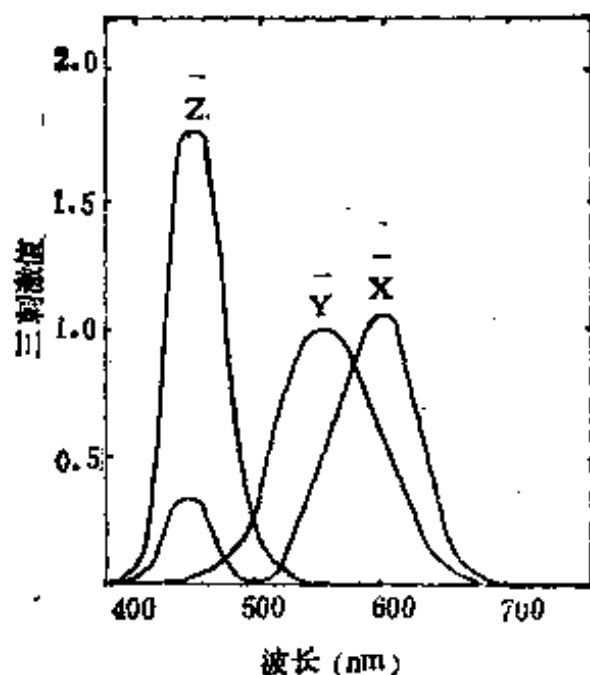


图 10-5-7 标准观察者的三条
光谱敏感曲线

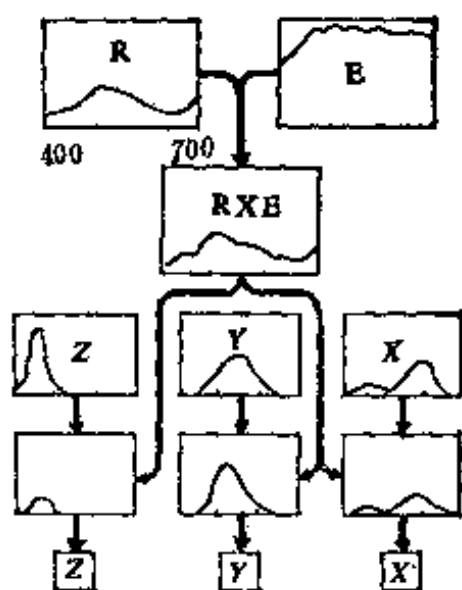


图 10-5-8 颜色视觉的机理

图 10-5-8 说明了如何从决定颜色感觉的反射率坐标中得出三个标准颜色刺激的数值。在试验中，被观测的试样是由其反射率曲线〔R〕表示其颜色特性，并由具有一定光谱能量分布的光源〔E〕来照明。 $R \times E$ 表示在单一波长情况下进入眼睛的能量，即试样的反射率和光源的能量分布乘积。这个反射光能由眼睛的三组感光细胞按着它们的敏感性分别记录下来，传送到脑后，产生得到颜色视觉的三个不同颜色刺激的量，在最后的图线上用面积表示。如果我们明确了眼睛的刺激坐标，并且用于照明的光谱成分是标准的，则得出的这三个面积其积分就可以分别计算出来。以此方法得出的三个数值称为标准颜色值或颜色三刺激值X、Y、Z。

3. X、Y、Z三刺激值的测定和计算

根据上述的人对颜色生理视觉的原理，人们采用物理方法对颜色视觉进行测量，其方法是，用光电色泽计测定试样对红、绿、蓝三基色光的反射率，分别以X、Y、Z表示，此三项数值亦相当于人的颜色生理视觉的三刺激值X、Y、Z。通过下式又可进一步计

算出相对的三系数，分别以 x, y, z 表示：

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}, \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

$$x + y + z = 1$$

由 x, y, z 这三个数字确定的颜色只能表示在一个颜色的三元空间里，这种表示法仍是很困难的。因 $x + y + z = 1$ ，有了 x, y 两个数值， z 就明确了，所以人们只把 x 和 y 两个数值标入一个平面的标准色度图上。

4. 利用 CIE 色度图表示颜色

图 10-5-9 为国际公认的标准 CIE 色度图，即 $x-y$ 色度图，它以 x 为横坐标， y 为纵坐标。图中所有代表光谱色的点都在舌形曲线上，所以这条曲线叫做光谱色曲线或光谱轨迹。

将曲线两端用直线连接起来，则所有实际的颜色都包含在舌形曲线和直线所包围的范围内，即任何颜色都可用这个面积内的

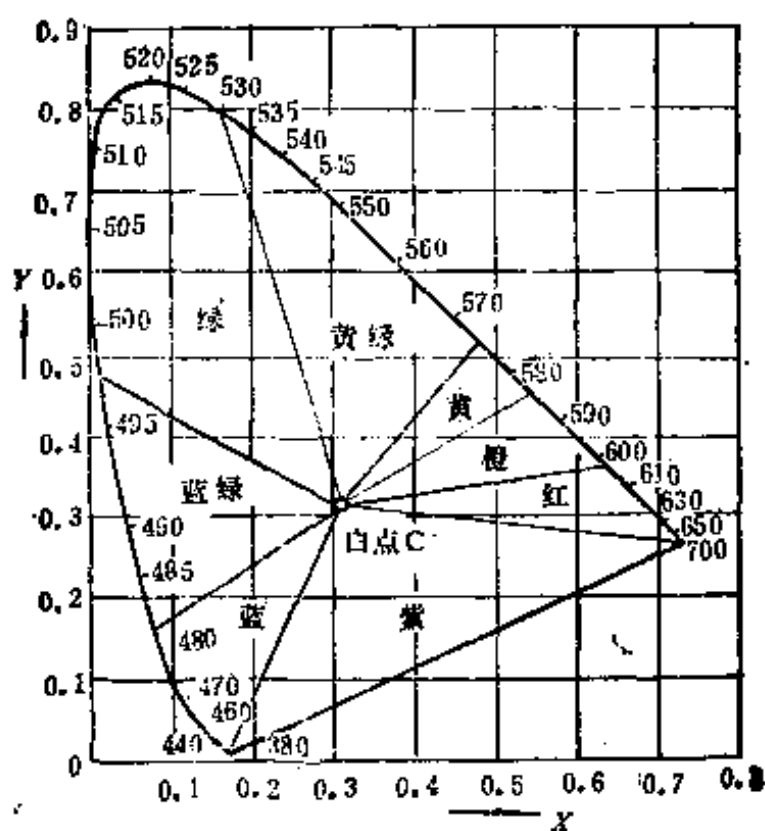


图 10-5-9 标准色度图的颜色区域示意图

一个点来表示，其色度由这个点的座标 x 和 y 来确定。

图中，无色点（白、灰）在中心，同色调但不同饱和度（深度）的颜色座落在无色点和谱色点之间的直线上。互补色在舌形图内互相对应。

如能求出任何颜色的 X 、 Y 、 Z 三刺激值，就能表示出其颜色。由 X 、 Y 、 Z 再求出色度座标 x 、 y ，并在色度图中标出其位置，则能更直观地辨别出颜色，但这还不能表示出颜色的明亮程度。为此，通常再加上一个表示亮度的 Y 值（即三刺激值中的 Y 刺激值），这样就可较全面地表示出一个颜色，例如，一黄色书皮纸的颜色测定结果为 $x=0.4428$ ， $y=0.494$ ， $Y=71.1\%$ 。

5. 以主波长、色纯度和亮度表示颜色

前面曾提出颜色有三个特性，即色相（色调）、饱和度（深度）和亮度（明度、鲜艳度）。如果以颜色的这三个特性来表示某一颜色的测定结果，则会给人们以更具体的颜色印象。为此，通常还用主波长、色纯度和亮度三个值表示颜色。

(1) 主波长

匹配某一样品颜色主要光谱色的波长为该颜色的主波长，以 λ_r 表示。主波长决定了试样呈现的颜色，如主波长 600nm 左右为红色、575nm 左右为黄色、510nm 左右为绿色、470nm 左右为蓝色。颜色的主波长相当于日常生活中观察到的颜色色相（色调），为此用它表示颜色的色相特征。

(2) 色纯度（饱和度或刺激纯度）

色纯度表示样品反射主波长光的比例，以 P_e 表示。纯度 100% 即表示只反射主波长的光线。色纯度即相当于颜色的饱和度（深度）特征，纯度越高，颜色越浓艳。

如表 10-5-15 中所列 5 种不同蓝纸的色纯度，天蓝、浅蓝、中蓝、蓝、深蓝等随着颜色的加浓，其纯度分别为 36.4%、47.9%、61.0%、67.9% 和 69.6%。

(3) 亮度

亮度在三刺激值中以Y(%) 值表示, Y值越高,表示颜色越明亮。

(4) 使用方法

主波长和色纯度可由 CIE色度图求出, 如在图 10-5-10 中,

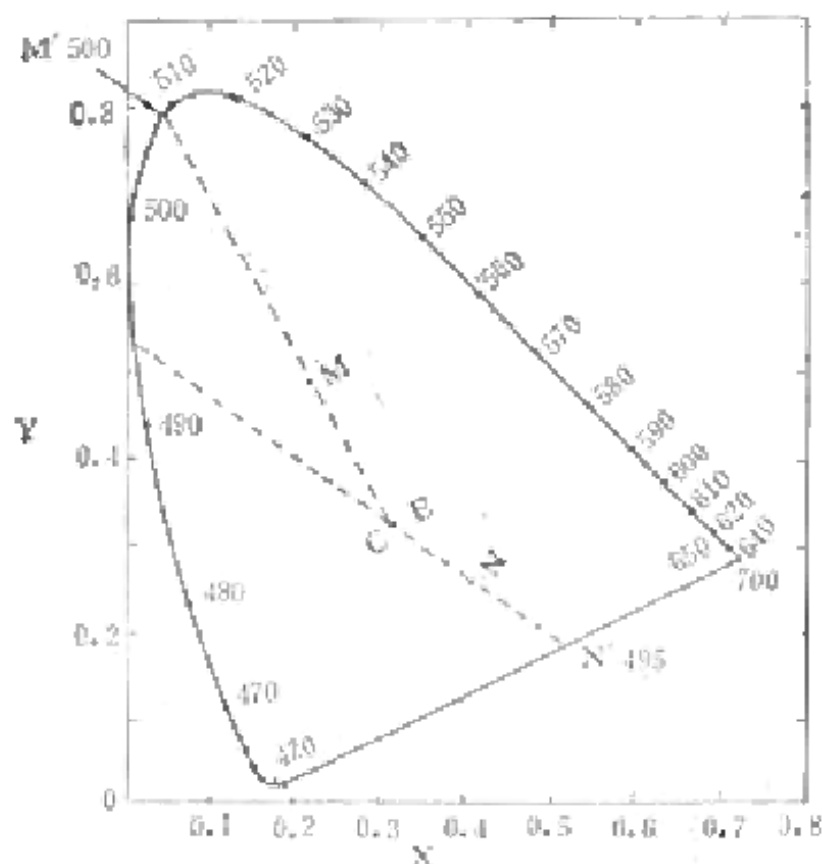


图 10-5-10 在色度图上用画线法求主波长和色纯度

由光源点C通过某一颜色的坐标点连一直线, 再延长使其与舌形曲线相交于M'点, M'点的波长 509 即是该颜色的主波长 λ_d 。CM 线段与CM'线段之比即 $\frac{CM}{CM'} \times 100 = 35.3\%$ 即为这一颜色的色纯度 P_c 。在舌形曲线上各点均为光谱色, 即色纯度为 100%。

如果由光源C通过某一颜色的 x、y 坐标点如N连成直线不能与舌形曲线相交, 而与连接舌形曲线端点的直线相交于N', 则该颜色没有主波长。这时将CN直线向相反方向延长使之与舌形曲线相交于N'', 则N''点的波长称之为该颜色的补主波长, 用 λ_c 表示。在 CIE 色度图中, 通过光源点划直线两端与舌形曲线或直线相交的两个点, 均表示互为补色的两个颜色。

表 10-5-16

样品	结果	CIE三刺激值(%)			色度坐标和亮度(Y)值			主波长 λ_d nm	色纯度 P_e %	亮度 (Y值)
		X	Y	Z	x	y	Y			
朱红		20.10	11.25	2.28	0.5977	0.3345	11.25	608	82.9	11.25
黄		48.65	47.70	3.10	0.4892	0.4786	47.70	579	91.3	47.70
豆绿		9.85	14.90	8.00	0.3008	0.4550	14.90	548	36.5	14.90
浅绿		5.55	9.95	4.35	0.2798	0.5013	9.95	545	46.9	9.95
中绿		3.55	6.50	4.15	0.2500	0.4577	6.50	523	27.3	6.50
绿		2.65	5.00	3.80	0.2294	0.4329	5.00	510	27.4	5.00
深绿		1.75	3.30	3.08	0.2153	0.4059	3.30	503	30.8	3.30
墨绿		1.45	2.35	2.05	0.2479	0.4017	2.35	510	13.3	2.35
1.绿		8.67	11.40	10.90	0.2799	0.3681	11.40	514	11.5	11.40
天兰		27.30	30.90	61.40	0.2283	0.2584	30.90	482	36.4	30.90
浅兰		18.60	20.40	51.45	0.2056	0.2255	20.40	480	47.9	20.40
中兰		8.23	8.35	28.45	0.18.8	0.1854	8.35	478	61.0	8.35
兰		2.25	2.28	8.80	0.1688	0.1710	2.28	477	67.9	2.28
深兰		0.70	1.05	3.02	0.1487	0.2201	1.05	484	69.6	1.05
银灰		23.35	25.20	27.00	0.3091	0.3336	25.20	548	5.0	25.20

以上均为 CIE-XYZ 测色制表示颜色的方法,可概括为三种方式,每种方式均由三个数值表示之:① 用 X 、 Y 、 Z 三刺激值;② 用色度座标 x 、 y 和亮度值;③ 用主波长 λ_d (或补主波长 λ_c)、颜色纯度 P_e 和亮度 Y 值。

表 10-5-16 为 15 种不同颜色的色纸对其颜色进行测定的结果,并分别以三种方式表示之。

五、纸张的染色方法和影响染色的因素

(一) 染料溶液的制备

表 10-5-17

项 目	说 明
容器和器皿	生产上制备染料溶液时,各种染料要分别进行溶解,并采用专门的容器和器皿
研磨和溶解	制备少量染料液时,可先将染料和少量的水进行研磨,再用 5~10 倍的水加热溶解
溶解用水	碱性染料对硬水特别敏感,为此碱性染料采用硬水溶解时,每一份染料要添加 1 份 85% 的醋酸(以重量计),而对于直接染料和酸性染料最好用冷凝水溶解
溶解时水的温度	溶解时水的温度对于直接染料,酸性染料为 85~95℃,必要时可以煮沸。但碱性染料以不超过 80℃ 为宜,尤其是碱性嫩黄的溶解水温不能超过 50~60℃,也不能用直接蒸汽加热
染料溶液的存放时间	一般碱性染料溶液的存放时间不能多于 12 小时,而直接染料和酸性染料溶液比较稳定,但有些溶解度较低的染料溶液在贮存时易产生絮状物或沉淀,加热后又能复原,不影响使用效果
染料溶液的稀释	染料溶液在使用前应稀释到大于 10g/L 的浓度
使用时应过滤	使用时应采用 200 目筛网或专用的密度大的织物,如绢类或绒布进行过滤
溶解槽中的残液应排出	在第二批染料溶解之前,在溶解槽中残留的染料液应完全排出
定期清洗	染料槽和其他器皿,一定时间要用热水洗刷一次,必要时用漂粉液洗刷一次,以防串色

1. 染料溶液的制备 (表 10-5-17)

2. 染料溶解的设备

(1) 型式一

一种染料溶解槽如图 10-5-11 所示。

这种溶解槽的容积较大, 约为 1.1m^3 , 加热方式是间接蒸汽加热, 搅拌器的转数为 60r/min 。

(2) 型式二

一种染料溶解槽如图

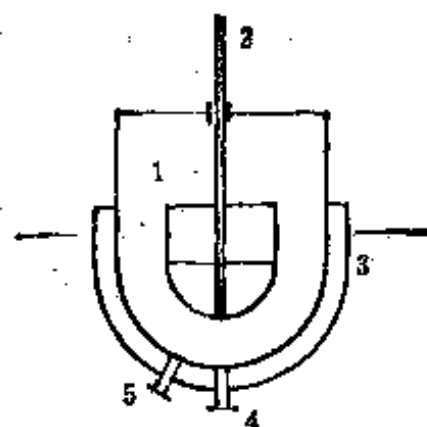


图 10-5-11 一种染料溶解槽示意图

1—溶解槽 2—搅拌器 3—蒸汽夹套
4—放料口 5—排污口

10-5-12 所示。

这种溶解槽的容积比型式一的小一些。

以上的两种溶解槽适用于染料液需要量较大的造纸厂, 对于一般染料液需要量较小的造纸厂也可采用搪瓷桶或陶瓷缸用直接通汽进行溶解。

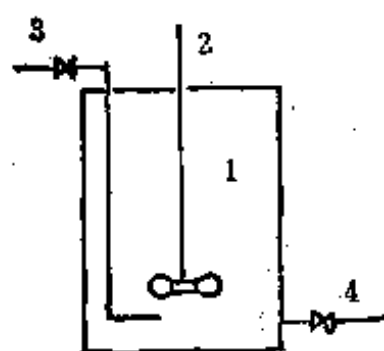


图 10-5-12 一种染料溶解槽示意图

1—溶解槽 2—搅拌器 3—直通蒸汽管 4—放料管

表 10-5 18

项 目	说 明
添加清水	在染料溶解槽内先添加清水300~500kg
添加染料搅拌加热	同时添加2400g碱性嫩黄和2400g碱性橙。开动搅拌。并间接通汽加热
保 温	待温度达到60℃左右停止加热, 并保温15~30min
稀 释	随后向溶解槽内添加清水稀释至总容积为 1m^3
贮存备用	此时染料浓度约为4.8g/L。随后放入贮存槽内备用

3. 生产实例

某厂生产条纹牛皮纸，使用型式一的溶解槽，染料用量为碱性嫩黄 0.12%，碱性橙 0.12%，其生产实际操作如表 10-5-18 所示。

(二) 纸张染色的方法

纸张染色的方法大体可分为浆内染色和表面染色(浸渍染色)两大类，另有压光机染色和涂布上色等。

1. 浆内染色

浆内染色的方法又可分为间歇染色和连续染色两大类。

(1) 间歇染色

间歇染色的方法应用得较为普遍，即在打浆机、成浆槽或混合槽内的一定量的浆料中添加一定量的染液，经良好搅拌混合后即染色完成，这种染色后的纸浆随后送往纸机进行抄纸。彩色有光纸、打字纸、卫生纸等的染色大都采用这种方法。

(2) 连续染色

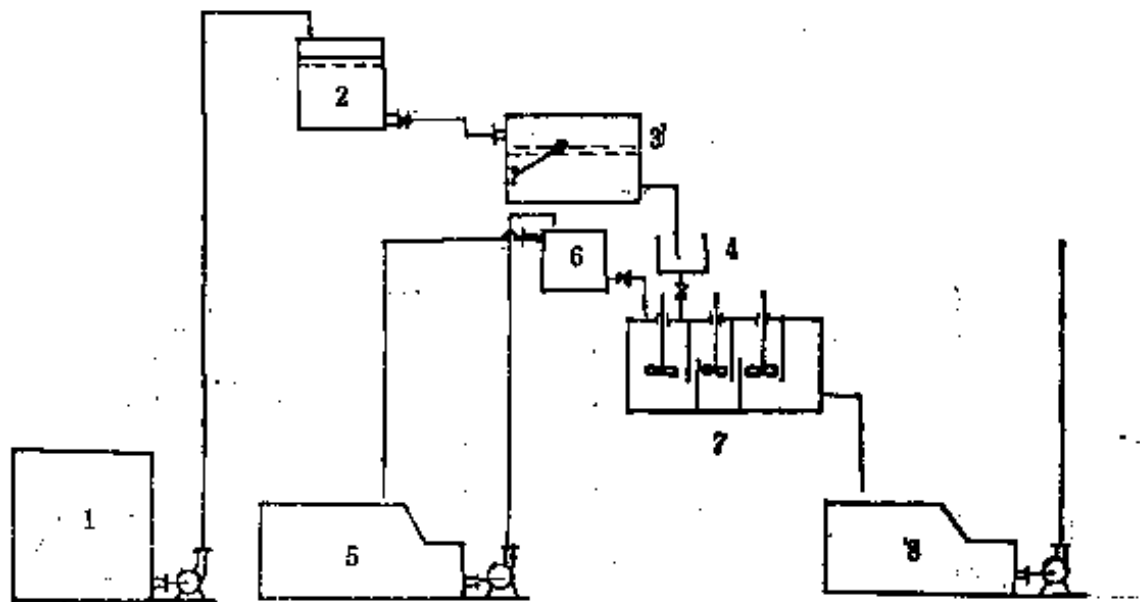


图 10-5-13 一种连续染色的流程示意图

1—染液贮存槽 2—二位式高位槽 3—低位槽 4—筛子 5—成浆池
6—稳压箱 7—配料槽 8—纸机浆池

浆内连续染色是向流动的浆料中连续添加染料溶液，在流动过程中混合均匀后送往纸机进行抄造。带色的新闻纸或其他生产量高的色纸多采用这种方法。

1) 型式一：一种连续染色的流程图如图 10-5-13 所示。

特点：

① 染液自贮存槽由泵用二位式间歇自动输送到高位槽中，即高位槽内液位达到一定高度时停止送液，而陆续使用降低到一定位置时，又开始送液。

② 染液随后由高位槽通过浮球阀流到低位槽，这样低位槽的液位可以近似地保持不变。

③ 根据每吨浆需用的染料量来计算染液用量，染液用阀门控制通过筛子流至配料槽中进行连续染色。

④ 在通过的浆量固定，染液浓度和低位槽内液位高度均保持恒定的情况下，如控制好染液的流量，则染料用量就是稳定的。

⑤ 在生产中不断用停表和量筒测量连续添加的染液的流量，如有出入，通过节门进行调节。

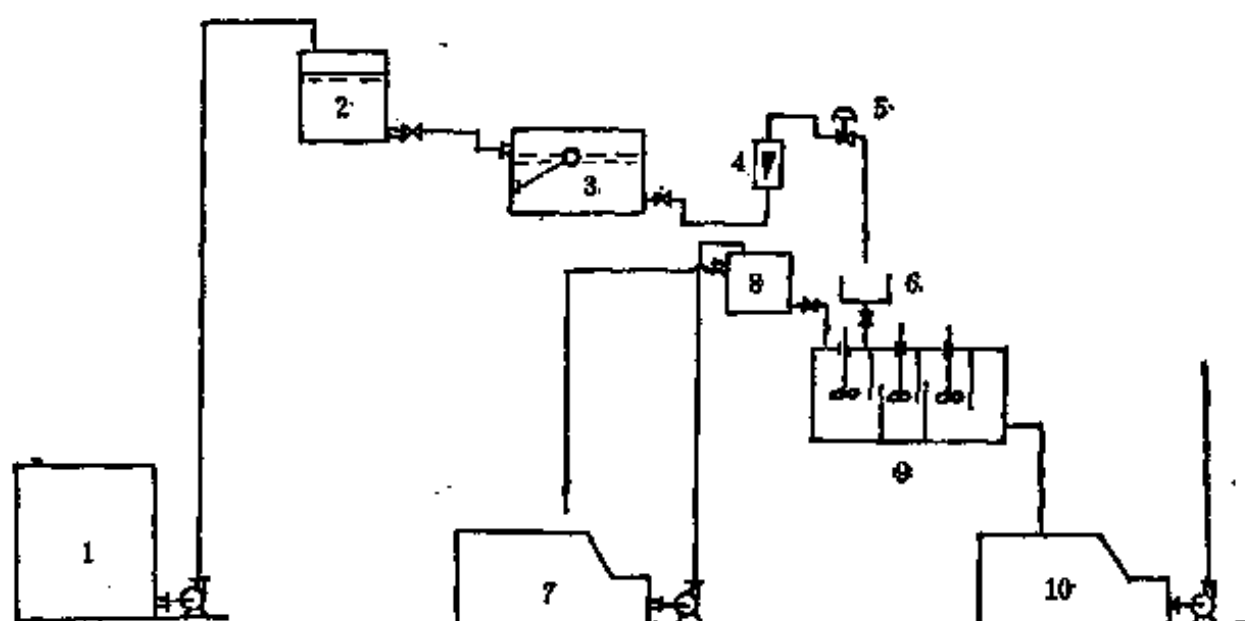


图 10-5-14 一种连续染色的流程示意图

1—贮存槽 2—高位槽 3—低位槽 4—转子流量计 5—调节阀
6—筛子 7—成浆池 8—稳浆箱 9—配料槽 10—纸机浆池

⑥ 对染色后的纸浆经常取样和留样,不时将试样与上一班的留样进行对比,随后再适当进行调正。

2) 型式二: 另一种连续染色的流程图如图 10-5-14 所示。

特点:

① 一定量的染料和一定量的清水在溶解槽内溶解成一定浓度的染液进入贮存槽。

② 染液由贮存槽流入由浮球阀控制的高位槽内,其内液位可以近似保持不变。

③ 染液再自高位槽进入转子流量计,由转子流量计提出讯号来控制调节阀的开关,使染液流量保持恒定。

④ 固定流量的染液流至配料槽进行连续染色。

⑤ 在配料槽中同时对浆料进行连续施胶,随后浆料流入纸

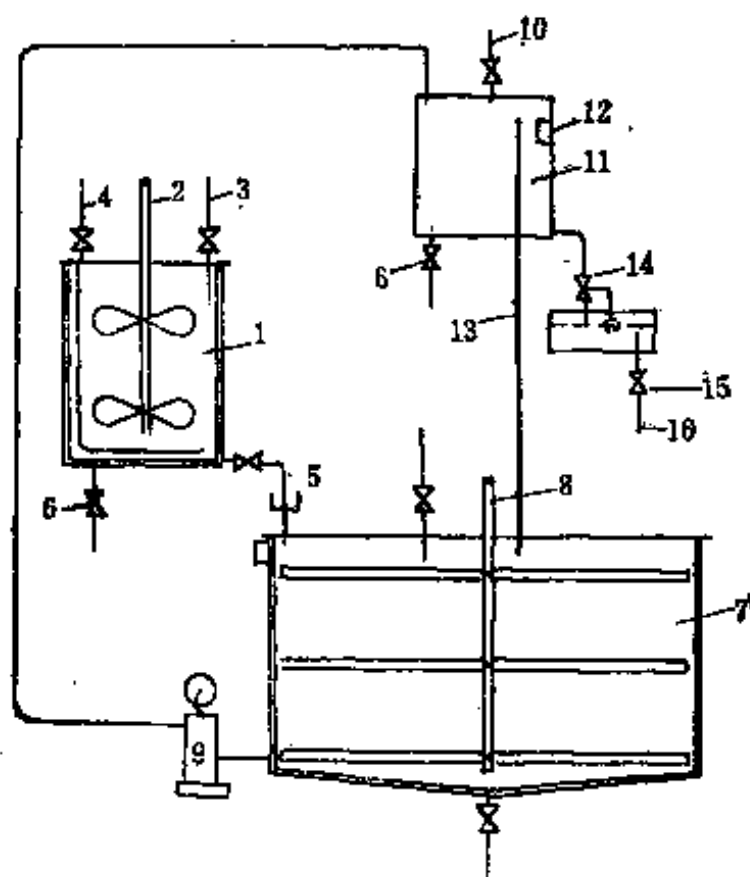


图 10-5-15 一种连续染色系统流程示意图

1—染料溶解槽 2—高速搅拌器 3—热水管 4—蒸汽管 5—过滤器
6—排污阀 7—贮存槽 8—低速搅拌器 9—泵 10—冷水管 11—
计量槽 12—液位控制器 13—溢流管 14—浮球调节阀 15—微量
控制阀 16—去纸机

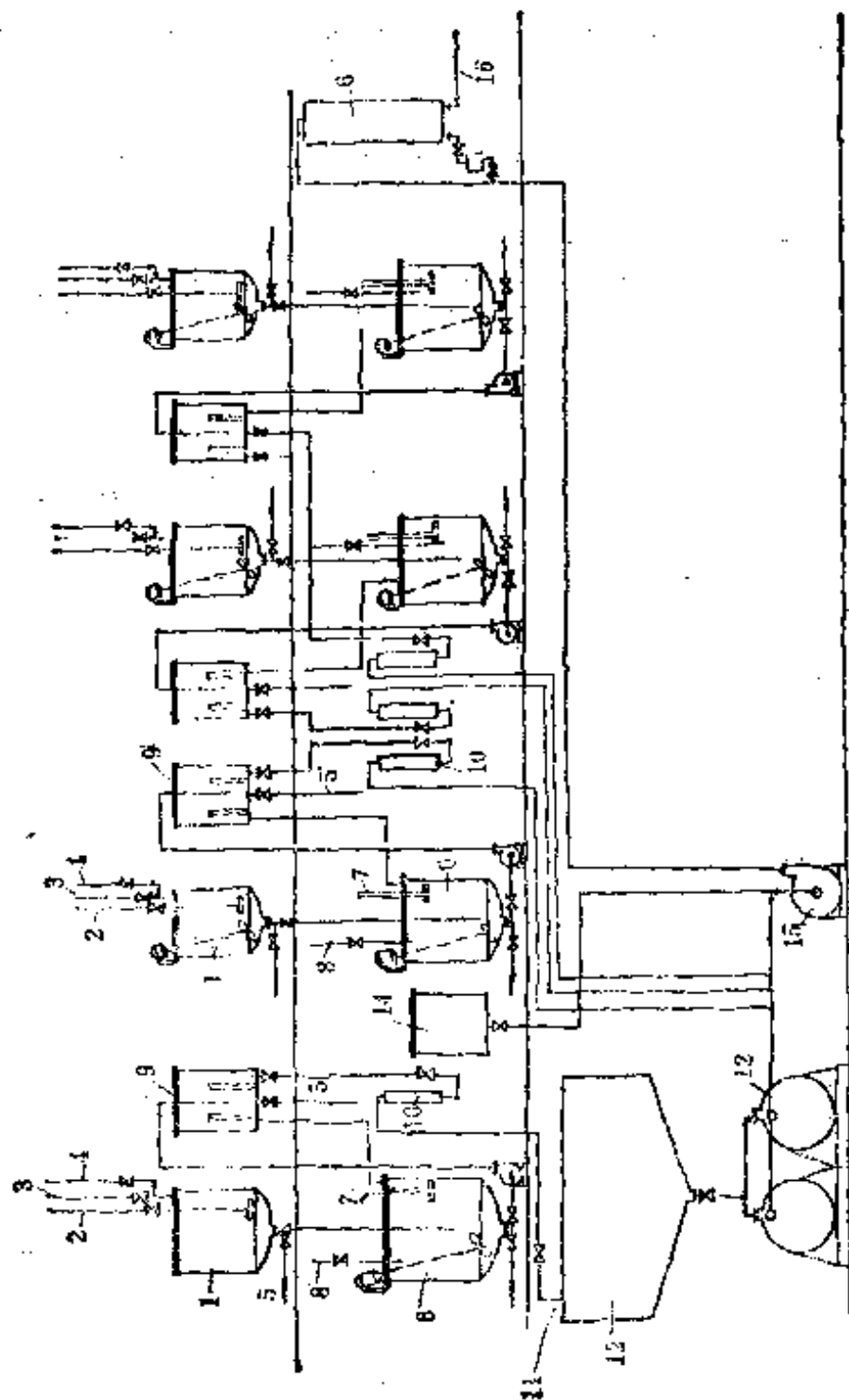


图 10-5-16 一种连续染色系统流程示意图

- 1—染料溶解槽 2—蒸汽管 3—热水管 4—冷水管 5—排污管 6—贮存槽 7—液位指示器 8—冷水管
9—固定液位计量槽 10—流量计 11—来浆 12—浆槽 13—精浆机 14—硫酸铝溶液贮存槽 15—浆泵 16—去纸机

机浆槽再送往纸机。

3) 型式三: 另一种连续染色系统流程如图 10-5-15 所示。

4) 型式四: 另一种连续染色系统流程如图 10-5-16 所示。

(3) 浆内染色的操作

在浆内染色时可以使用同性的染料进行配色, 也可使用异性的染料进行配色。

① 使用同性染料进行配色: 使用同性染料进行配色的操作如表 10-5-19 所示。

表 10-5-19

项 目	说 明
调 色	染色前应先取少量纸料试样进行染色或调色试验。根据小型试验的结果, 再在生产中向纸料内添加适当容积的染料溶液
添 加	染料溶液必须通过筛网或绒布过滤后再缓慢地流入贮浆池或其他位置
染料溶液的温度	热的或温热的染料溶液(特别是直接染料)不能直接添加至纸料中。如果染料溶液没有变冷, 计量后必须用冷水稀释
使用多种同性染料	使用多种同性染料时, 需事先将其按配比调好, 再添加到纸料中去。
充分混合	染料溶液加入之后, 应使纸料与染色充分混合均匀
质量检查	为了判断纸浆染色的好坏, 需要在充分混合均匀后取出少量浆料, 挤出水分。每次都要挤干到同一的干度, 再在两块无色玻璃之间与同样干度的标准样品进行比较, 随后可作适当调整。

② 使用异性染料进行配色: 使用异性染料进行配色的注意事项如表 10-5-20 所示。

在纸张染料实际生产中, 在使用酸性染料或直接染料时, 也有的情况要求加用少量碱性染料, 借以提高前者的色相。

生产实例:

某厂使用本色硫酸盐木浆生产条纹柏油原纸, 其染料的配比

表 10-5-20

项 目	说 明
避免形成色淀	在浆内染色过程中,碱性染料如与酸性染料或直接染料进行配色时,这两类染料不能同时加入,以避免阳离子型碱性染料与阴离子型酸性或直接染料相迁而形成色淀,造成纸浆色花
碱性染料与酸性染料配用	采用碱性染料与酸性染料混合染色时,两种染料应分别进行溶解,并在纸浆中添加硫酸铝后,先加酸性染料,经混合5~10分钟后再加碱性染料
碱性染料与直接染料配用	采用碱性染料与直接染料混合染色时,两种染料应分别进行溶解,并在纸浆中添加松香乳后立即加直接染料,而碱性染料则在添加硫酸铝后再加入。有的情况是在纸浆内加胶以前先加直接染料,随后加入碱性染料
直接与酸性染料配用	采用直接与酸性染料混合染色时,可在一个溶解槽内将两种染料同时溶于80~90℃的热水中,这两种染料混合液应在纸浆中添加松香乳后再加入

是直接耐晒黑 0.035%,碱性橙 0.055%,碱性嫩黄 0.2%。

添加染液的顺序是:在加胶加硫酸铝以前,在贮浆池内添加已溶解的直接耐晒黑,循环 10min 后添加已溶解的碱性橙和碱性嫩黄,再循环 5min 后,添加松香乳液。

(4) 浆内染色时注意事项

为使纸张色泽鲜艳一致,在浆内染色中应注意以下几个问题:

① 纸料的白度越高,染色效果越好,不但染料用量少,而且色泽光亮鲜艳,反之则暗淡。因此一些工厂为弥补纸料白度低的缺陷,往往在染色前先加入少量荧光增白剂。

② 纸料浓度、体积和染料用量要严格控制,以保证色泽一致,不少工厂由于三者之间的量控制不好,往往会造成纸张色花,影响了产品质量。

③ 在当前纸机封闭循环用水已充分发挥作用的情况下,纸张的染色必须充分考虑到白水循环使用的因素,并保证白水使用的正常,否则会使纸张的色泽波动。

④ 纸张的染色过程中还要考虑浆料配比、浆种的变化和 pH

值等因素，并及时进行调整以确保染色的效果。

2. 表面染色

(1) 槽式表面染色

又称浸渍染色，在槽式表面染色中是使原纸通过色料槽着色，然后在烘缸上进行干燥，其过程与槽法表面施胶相似。有时也在色料配方中，加用少量动物胶或淀粉，以使染色后湿纸更好地贴附在烘缸表面。

用这种方法染色最好使用着色力强或溶解度高的染料。常用色料为酸性染料，溶液浓度配制成2~6%，也可采用碱性染料以取其色泽鲜艳、成本低廉的特点。

一种槽式表面染色装置如图10-5-17所示。

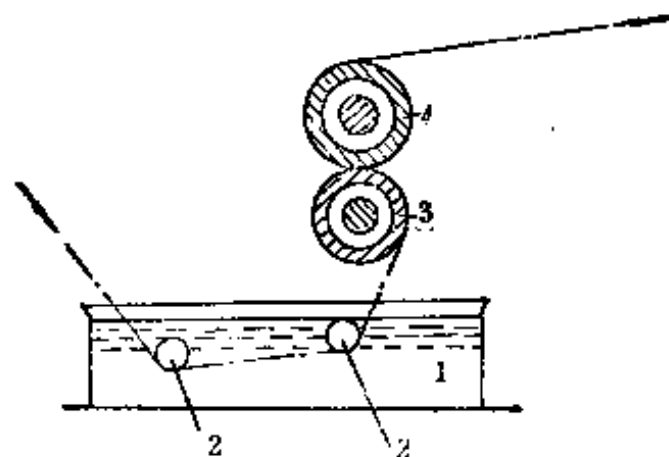


图 10-5-17 一种槽式表面染色装置示意图

1—染液槽 2—浸液辊 3—下压辊 4—上压辊

这种染色方法的染液槽是位于纸机的两组烘缸之间，干燥至一定程度的纸幅直接进入染液槽进行染色，然后通过一对压榨辊以压出多余的染液，随后再进入烘缸干燥后进行卷取。

(2) 单面表面染色

1) 型式一：一种单面表面染色装置如图10-5-18所示。

染色过程是当干燥的纸经过压榨辊时，由局部浸在染液中的下压辊带上一层染液而对纸的一面进行染色。这种方法的优点是设备简单，操作方便。

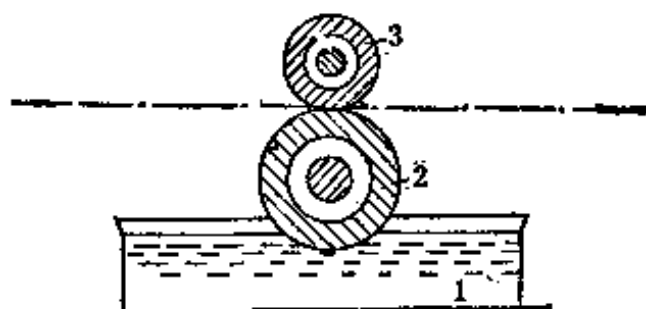


图 10-5-18 一种单面表面染色装置示意图
1—染液槽 2—下压辊 3—上压辊

2) 型式二：另一种单面染色装置如图 10-5-19 所示。

染液槽中的染液保持一定的液位，而多余的染液自溢流管流走。染色辊的直径较大，仅少部分浸在染液槽中。干燥的原纸紧贴染色辊通过染液槽而完成染色过程。这种方法的缺点是：

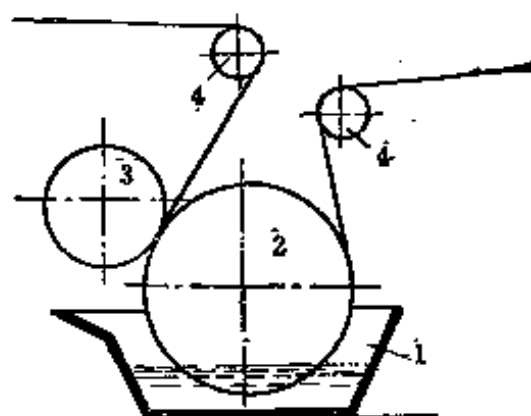


图 10-5-19 一种单面表面染色装置示意图

① 车速必须限制在 $60 \sim 80 \text{ m/min}$ 的范围内；② 引纸操作困难；③ 如原纸强度不高，易于产生断头情况。

3) 型式三：另一种单面染色装置如图 10-5-20 所示。

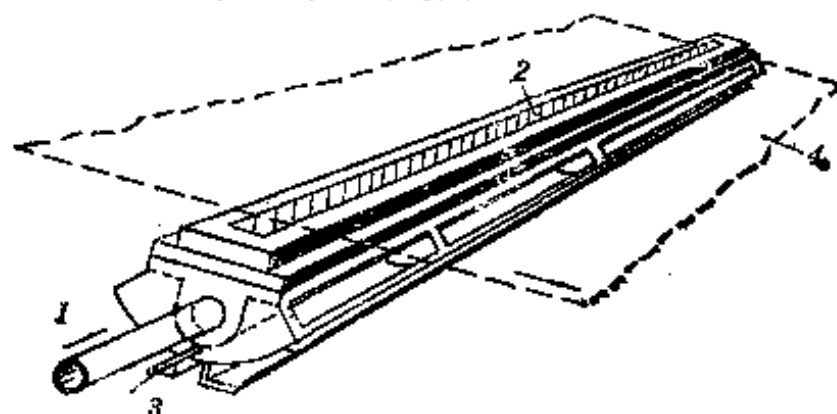


图 10-5-20 一种单面表面染色装置示意图
1—染液入口 2—染液槽口 3—溢流管 4—纸幅

本装置可安装在纸机压榨部或干燥部的任何位置，适用于定

量较高的厚纸。

(3) 皱纹纸的表面染色。

1) 型式一：一种皱纹纸的表面染色（浸渍染色）装置如图 10-5-21 所示。

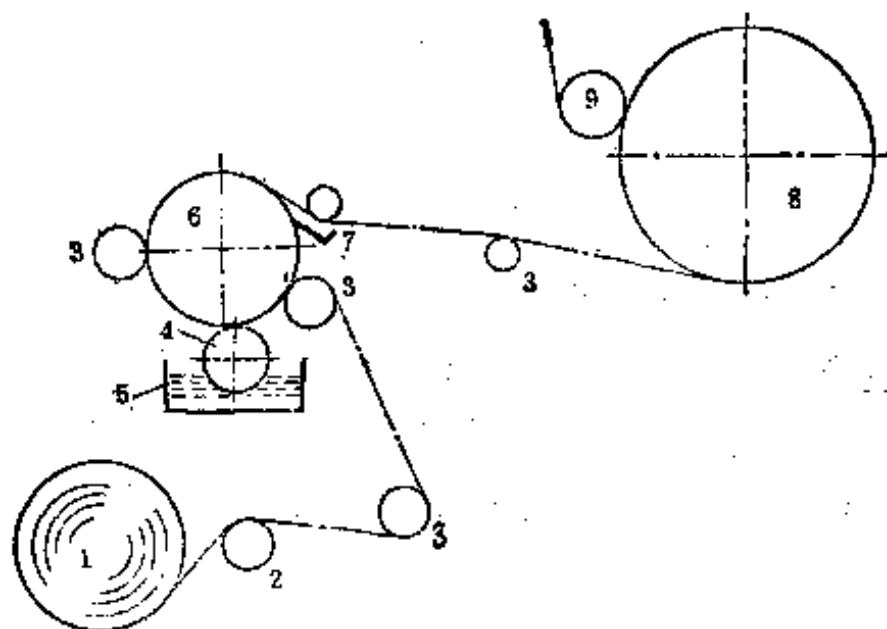


图 10-5-21 一种皱纹纸染色装置示意图
1—纸卷 2—导辊 3—压辊 4—胶辊 5—染液槽
6—起皱缸 7—刮刀 8—烘缸 9—纸卷

特点：

- ① 纸卷 1 的松紧可调节。
- ② 由胶辊 4 带上染液转移至紧贴起皱缸的表面上。
- ③ 在起皱缸上由刮刀 7 进行起皱。
- ④ 染色和起皱后的皱纹纸由烘缸进行干燥，并卷取成纸卷。

2) 型式二：另一种皱纹纸染色装置如图 10-5-22 所示：

本装置是两用的，如使纸幅通过染液槽中染色辊 4 再至染色辊 5，则是两面染色，如只经过染色辊 5 则是单面染色。经过烘缸的纸幅如用刮刀 8 进行起皱，则将生产出彩色皱纹纸，否则生产一般的色纸。

(4) 彩色玻璃纸的染色

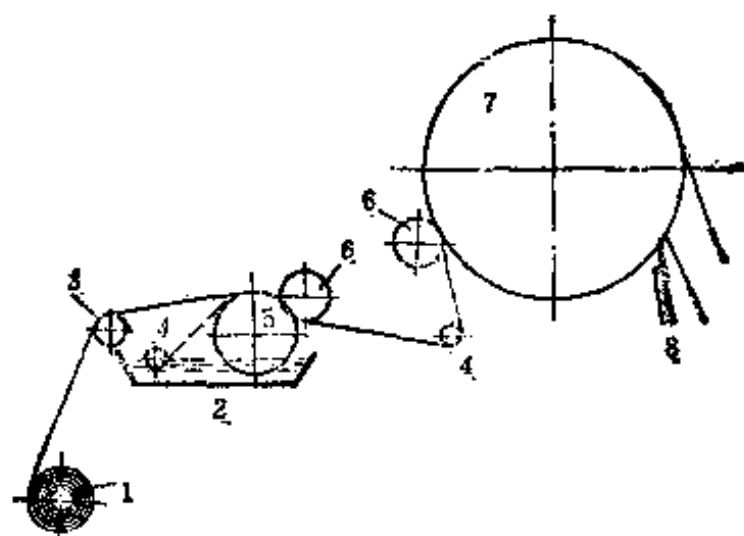


图 10-5-22 一种皱纹纸染色装置示意图

1—纸卷 2—染液槽 3—导辊 4, 5—染色辊 6—压辊 7—烘缸 8—刮刀

生产各种颜色的玻璃纸多使用染色槽进行染色，即在生产过程中经过酸洗水洗以后的玻璃纸进入染色槽进行染色，纸幅出染色槽再经过压榨辊压出多余的染液后再进入下一工序。

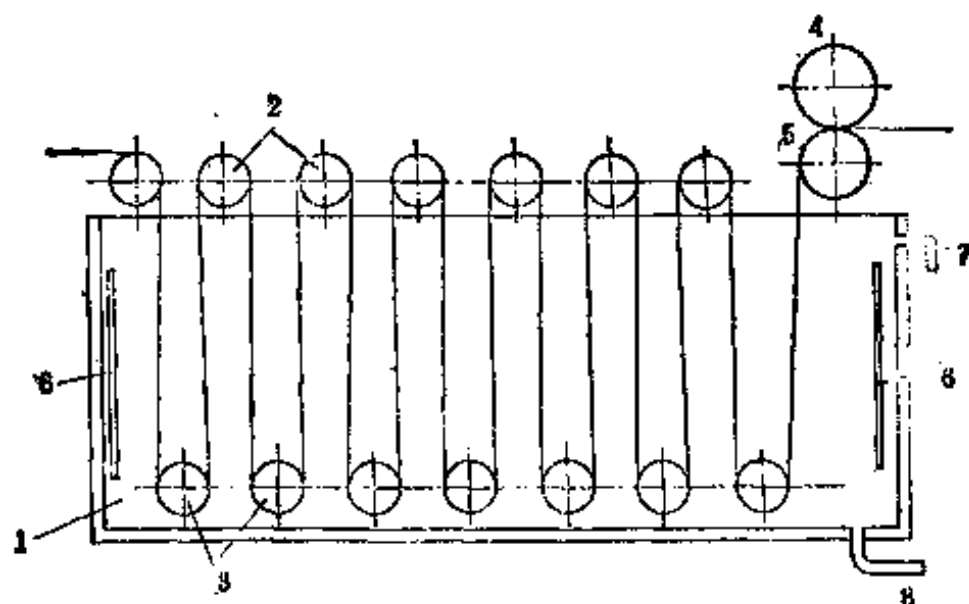


图 10-5-23 一种用于生产彩色玻璃纸的表面染色装置

1—染液槽 2—可转动的橡胶辊 3—固定的陶瓷辊 4—上压辊
5—下压辊 6—加热管 7—溢流口 8—排污口

图 10-5-23 示出一种用于生产彩色玻璃纸的表面染色装置。染液槽一般用钢板制成，内衬玻璃钢，一种染液槽的规格是

长×宽×高=2.3×2.0×0.83m。在槽的顶部装有7根可转动的橡胶辊，而在槽的底部装7根固定陶瓷辊，另外在槽的上方有压榨辊。各辊的实测规格如表 10-5-21 所示。

表 10-5-21

名 称	直径 (mm)	材 质	硬 度
可转动的橡胶辊	130	硬橡胶	100°(肖氏)
固定的瓷辊	80	陶瓷	—
上压辊	235	软橡胶	60~70°(肖氏)
下压辊	224	硬橡胶	100°(肖氏)

染液槽根据需要盛放不同颜色的染料溶液，在生产过程中向槽内连续补充染液，而多余的染液自溢流管流出。在染色槽的两侧装有加热排管，使染液的温度经常保持在 80~90℃，以便于玻璃纸的纸面着色。

(5) 水平压榨辊表面染色

这种染色法是对纸张进行两面染色，与用水平压榨辊进行表面施胶相类似，即在两组烘缸之间的水平压榨辊的挡液板中间连续注入染料溶液，而纸张通过后就完成了染色操作。

水平压榨辊表面染色装置如图 10-5-24 所示。

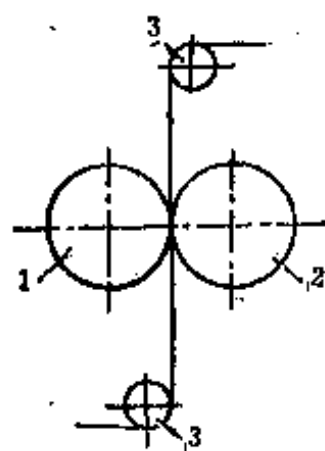


图 10-5-24 水平压榨辊表面染色装置示意图

1—主动辊 2—从动辊 3—导辊

这种方法与浆内染色相比，其优点是染色操作可以自动化，并且湿部，如管路、毛毯、流浆箱或网笼等不被色料所污染，而且没有大量的有色白水流出。

3. 压光机染色

压光机染色与压光机表面施胶相似。压光机染色多用于处理纸板和厚纸，取其制造成本纸廉等优点，但由于受到压光操作的影响，色料可能会局部受磨而脱落，在纸面上形成白斑等缺陷。

压光机表面染色的染料溶液可以为普通水溶液或酒精溶液，如果使用普通水溶液，一些碱性染料也能牢固地附着在未漂纸浆上，但当湿润时容易有染液渗出。酸性染料具有良好的溶解度和均一染着的特性，所以常用为压光机表面染色，但是如果纸张以后受到潮湿时，颜色也容易渗出。

普通纸板要求色泽鲜艳，压光机表面染色一般以使用碱性染料为宜，而很少使用直接染料。压光机表面染色如在染液中使用粘合剂，例如使用氧化淀粉、干酪素等，则染色效果显著，同时也防止了颜色的渗出。

压光机表面染色装置（包括烘缸表面染色）有以下几种：

（1）普通压光机表面染色装置

一种普通压光机表面染色装置如图 10-5-25 所示。

染料首先在溶解槽内完全溶解成染液，由泵将染液送至贮液槽，再借重力自动流入染液箱中。染液箱的两端装有带橡皮填衬的挡板以防止染液流出。染液箱的箱底接触压光辊的部分设有硬橡皮唇布，用以防止染料溶液滴漏。染液箱的位置应装置在压光辊向上运转的一侧。

（2）水刮刀表面染色装置

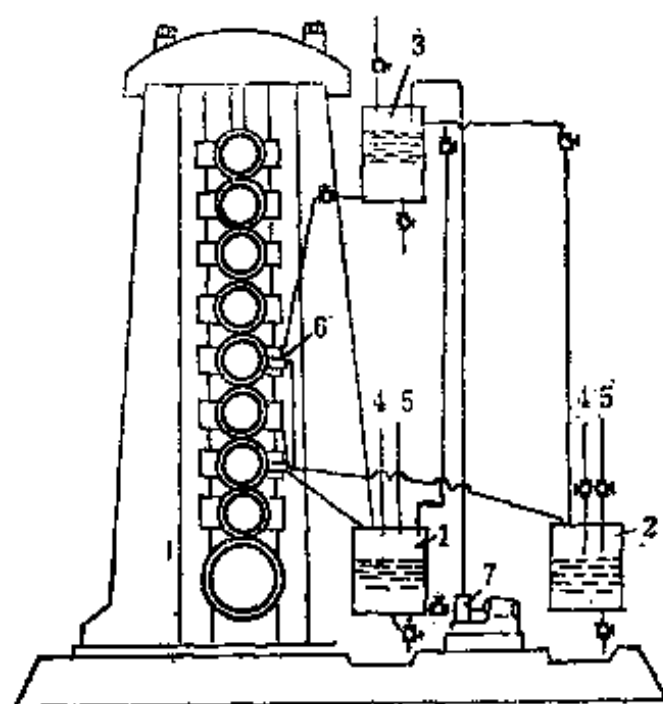


图 10-5-25 一种压光机表面染色装置示意图

1、2—染料溶解槽 3—贮液槽
4—蒸汽管 5—水管 6—染料箱 7—泵

用水刮刀的表面染色装置如图 10-5-26 所示。

用水刮刀进行表面染色的装置与用水刮刀进行表面施胶的相似。这种染色法也适用于纸板的表面染色。在纸板通过压光辊时，由水刮刀上的毛毯将染液附在纸板的表面上而完成了染色过程。刮刀与压光辊的接触点到辊中心的连线与两辊接触点到下辊的中心连线构成 45° 角，染液的液面位置应选择到能把毛毯面覆盖到三分之二的位置。

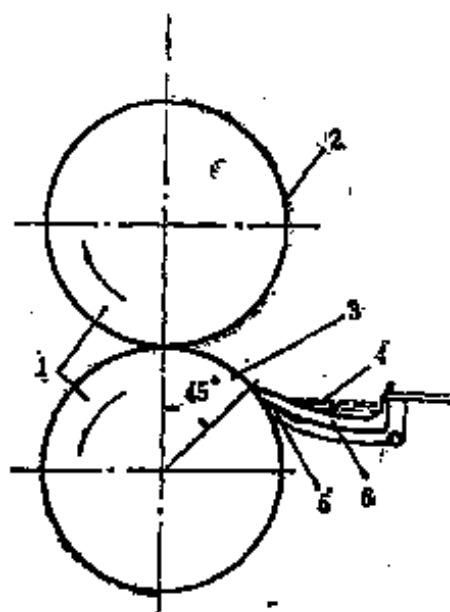


图 10-5-26 水刮刀表面染色装置示意图

1—压光辊 2—纸板 3—刮刀角度
4—染色液 5—毛毯 6—刮刀

(3) 烘缸表面染色装置

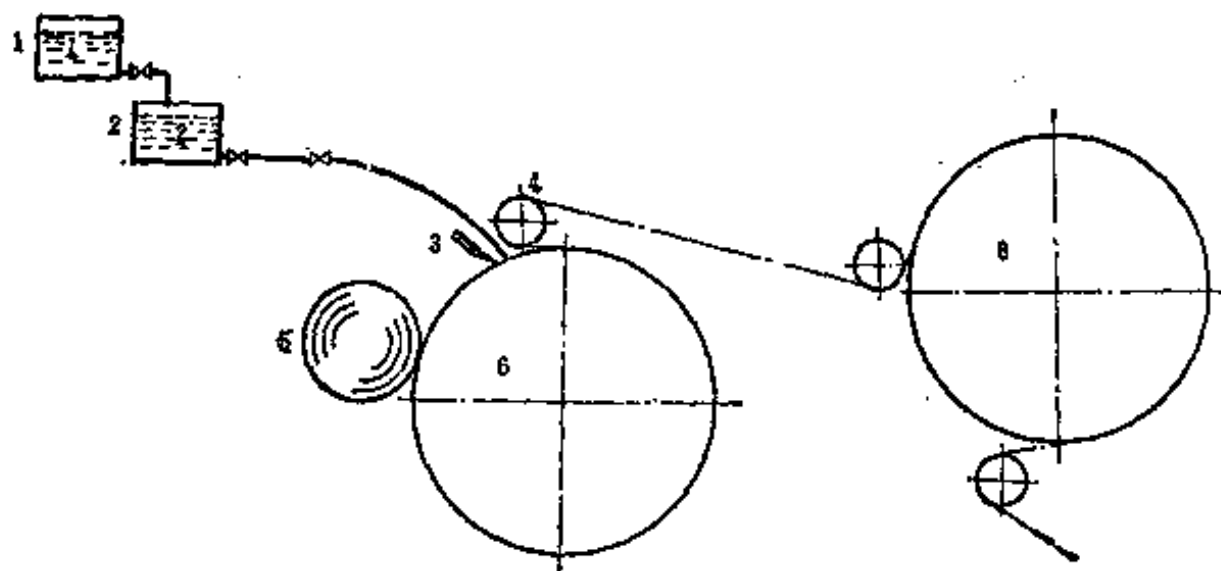


图 10-5-27 二缸直接染色装置示意图

1—染料溶解槽 2—计量槽 3—挡水板 4—压辊 5—纸卷 6—烘缸

对于小批量彩色纸的生产也可采用简易的烘缸表面染色的方

法。使用双网双缸纸机，生产定量为 $50\text{g}/\text{m}^2$ 的单面彩色纸，可在二缸上直接进行表面染色。二缸直接染色装置如图 10-5-27 所示。

在压辊前安设一个木制的挡水板。首先将染料溶解于热水中，调节浓度至千分之五，随后把染料溶液加至挡水板前面的烘缸上，两端用湿纸把染液堵住。由于烘缸的运转，染料溶液被带进压辊，而使染料溶液均匀的分布在纸的正面。

这种方法的优点是设备简单，更换染料溶液方便；缺点是如果染料调配的浓度不均，则成纸色彩就不一致。

4. 涂布上色

涂布上色属加工纸范畴，如蜡光纸的涂布，常用的色料多为颜料。

(三) 染液调制室

对于染液需用量不大的造纸厂，可在打浆车间的适宜位置进行染液的调制。而对于染液量需用较多的造纸厂，应专门设有染料调制室。

染液调制室的位置应靠近打浆车间，用于对所有染料进行贮存、称量和溶解。染液调制室的地面应为水泥面，并在不同位置设有排水沟，从而可对地面经常进行清洗而保持洁净。

(四) 影响染色的因素

为了染出鲜艳美观合乎要求的纸张，除了应选择适宜的色料以外，还应清楚地了解到影响染色的因素，以助于从各方面采取措施提高染色效果。

1. 不同纸浆的影响

由于纸浆不同的化学成分对不同种类的染料有着不同的亲和力，例如，纸浆中的木素对碱性染料有较大亲和力，纤维素对直接染料有相当大的亲和力等，因而纸浆的性质对染色的效果就有

较显著的影响，这也就造成了不同种类的纸浆混合染色的困难。

用碱性染料染磨木浆和亚硫酸盐木浆的混合纸浆时，染色很难均匀，往往在纸张上出现色斑等现象。在这种情况下，可以使用酸性染料进行染色，其效果好一些。

有些材种的纸浆比一些其它材种的纸浆的染色较困难，这是由于其纤维有特殊的化学成分或特殊的形态结构，例如，白杨纸浆不如云杉纸浆染色均一。此外，对于硫酸盐纸浆的染色很难抵消其固有的棕红色，所以染色也较困难。

2. 打浆的影响

提高纸浆的打浆度，有利于提高着色效果，其主要原因是，以打浆度较高的纸浆抄成的纸张，具有较大的紧密度，有利于分布在其中的染料更好地吸收光谱。另外，打浆度较高，又有利于染料在纸张中的留着。

3. 纸浆白度的影响

如果要染色均一，就必须控制纸浆的白度。白度高的纸浆染色的色泽也比较鲜艳，尤其是对浅色或要求颜色特别鲜艳的纸，则需要使用漂得很白的纸浆，并在染色后添加荧光增白剂。

4. 胶料和硫酸铝的影响

以松香胶和硫酸铝对纸浆进行施胶，有助于纸张的着色，但对不同染料的反映并不完全相同，其影响如表 10-5-22 所示。

表 10-5-22

项 目	说 明
碱性染料	对碱性染料，少量松香胶和硫酸铝是有助于染料的染色的，但过多的硫酸铝将会使纸浆的pH值下降至4.5以下，不利于碱性染料的染色
直接染料	对直接染料，松香胶和硫酸铝均能起着媒染剂的作用，但过多的硫酸铝的存在会使直接染料的色相变淡，耐光性减弱
酸性染料	对酸性染料，松香胶和硫酸铝均能起着媒染剂的作用。对重施胶的纸张，由于采用较多的胶料，更能使硫酸铝发挥其媒染作用，而且还能增加酸性染料的留着率

5. 媒染剂

单宁等有机物质，对碱性染料有媒染作用，能使纸浆纤维与染料牢固的结合，但对酸性和直接染料则没有媒染作用。

6. 填料的影响

许多种填料与染料有较强的亲和力，从而对含有填料的纸浆进行染色时，由于部分染料被填料所吸收，使得成纸的色泽要浅些，并且颜色也不均一，对此对于一些薄型彩色纸，如彩色打字纸、彩色有光纸和彩色皱纹纸一般不加填料。

为了减少这一影响，在染色过程中，可先加染料再加松香胶料和硫酸铝，先将染料固着在纤维上，最后再加填料。

加填又有可能导致染色的两面性。

7. 残余化学药剂和其他化学药剂的影响

在残余化学药剂中以氧化剂和还原剂对染色的影响最大，例如在漂白纸浆中可能存在有残氯或次氯酸盐，它们对染料起着氧化的作用而影响到色泽，为此对漂白纸浆应尽量洗涤干净。

有些染料对酸性或碱性介质都很敏感，例如，碱性淡黄等遇碱则会产生沉淀而降低染色力，但加酸后又会成为酸式盐复原。直接黑等遇酸会使染料折出，降低染色力 80%。使用这些染料时，在中性介质中进行较为稳定。另外一些染料又能在酸性介质中得到促进作用，例如醋酸铝能够增进酸性橙、酸性朱红等染料的着色均匀性，又能使曝光红等染料显得更鲜艳。

如在纸浆中加用增湿强树脂，应特别注意这种树脂的性质及其对染色的影响。增湿强树脂往往会给染色带来一定的困难，这应视树脂的性质而定。

8. pH 值的影响

每种染料都有其适宜的 pH 值，从而染色时应控制和调节 pH 值至其应有的范围内，以避免由于 pH 值的变化而使生产出的纸张的颜色和深浅参差不一。对于大多数染料，其 pH 值 4.5~5.5 之间的留着最大，着色效果也最好。但是，酸性染料在 pH 值超

过 5.0 时，留着率即会迅速下降，而有些碱性染料，例如苯紫红、亚甲蓝等则适宜于在 pH 值为 6.0~6.5 的条件下加入。在实际生产中，通常是依靠控制造纸机网下白水的 pH 值，来取得最佳染色效果。

9. 温度的影响

温度对染色效果有很大的影响，特别是采用直接染料更为明显。例如，采用直接红 4 B，在 24℃ 下进行染色，其上染程度仅能达到 35%，当温度提高到 44℃ 时，则上染程度能达到 90%。这样，染色时的温度应视各种染料的染色性能，以生产实际情况而定。

纸张的干燥温度对染色也有影响，当纸张在造纸机烘缸上干燥时，也常常有变色的现象。例如，以桔橙黄和碱性褐等染施胶纸张，加热后会略变红色，而少数酸性染料在受到较高温度后，则又会在纸面表面上产生块状色斑，直接染料则在较高温度下会略有退色。为此，在生产彩色纸的干燥时，应注意到烘缸温度曲线的控制。

10. 纸张染色的两面性

纸张染色的两面性可能与施胶或加填的两面性有直接关系，也可能是染料本身造成的。

(1) 凡能导致施胶和加填的两面性的操作，例如，造纸机的案辊、吸水箱以及真空伏辊等处的抽吸作用均会造成纸张染色的两面性。

(2) 染料本身的性质也会带来两面性的后果，主要原因是由于不同染料对纤维、细小纤维和填料等具有不同的亲和力。一般说来，酸性染料易于出现两面性，直接染料次之，而碱性染料用于磨木浆或未漂纸浆的染色，则不易出现两面性。有些直接染料和酸性染料又会在纸张干燥过程中，从紧贴烘缸的纸面一方转移到另一面，而呈现两面性。

(3) 如用颜料进行染色，则更易于出现两面性的问题。

六、各种纸张染色和染料用量

当生产要求一定颜色的某种彩色纸时，确定各种染料的用量是首先进行调色试验，然后再根据试验情况确定出各种染料的用量。一般说来，各种染料的用量是与染色的色彩深浅有关，色彩越深，染料用量就越多。

(1) 一些彩色有光纸、标语纸等，一般仅需要色彩鲜艳，而对耐光性等要求不高，这种纸的染色通常采用碱性染料，或者碱性染料和直接染料混合使用，实例数据如表 10-5-23 所示。

表 10-5-23

纸张品种	浆料配比	色彩	染料种类及用量	
彩色有光纸	漂白棉浆30% 漂白化学竹浆30% 胶版纸纸边浆40%	粉红色	碱性品红 碱性玫瑰精	0.1% 0.5%
		绿色	碱性品绿	0.1%
		深蓝色	碱性紫5BN	0.36%
		桔黄色	酸性橙 I 碱性品红	0.84% 0.03%
彩色有光纸	漂白羊浆100%	黄色	碱性嫩黄O 碱性橙	0.5% 0.018%
		杏黄色	碱性橙 碱性品红	0.608% 0.05%
		粉红色	碱性玫瑰精 碱性品红	0.20% 0.05%
		绿色	碱性绿 碱性嫩黄O	0.20% 0.04%
		蓝色	碱性紫5BN 碱性蒺兰BB	0.282% 0.10%

(2) 较高级的打字纸、书写纸，一般色泽较浅，即使用的染料量较少。这种纸的染色除要求色彩鲜艳外，尚要求有一定的牢

度，一般使用直接染料或碱性染料，而直接染料最好使用直接耐晒染料。实例数据如表 10-5-24 所示。

表 10-5-24

纸张品种	浆料配比	色彩	染料种类及用量
彩色书写纸	漂白化学木浆50% 漂白棉浆50%	淡绿色	碱性品绿 0.012% 直接耐晒黄G 0.008%
		淡红色	碱性玫瑰精 0.0028% 碱性桃红 0.0002%
		淡蓝色	碱性湖蓝BB 0.012% 碱性紫5DN 0.004%
		淡黄色	碱性嫩黄O 0.0025% 直接耐晒黄G 0.0005%
彩色打字纸	漂白化学木浆20% 漂白苇浆80%	浅红色	直接桃红12B 0.020%
		浅黄色	直接耐晒黄5GL 0.030% 碱性黄 0.020%
		浅蓝色	直接耐晒翠蓝GL 0.020% 直接湖蓝GB 0.020%
		浅绿色	直接耐晒黄5GL 0.025% 直接耐晒翠蓝GL 0.030%
彩色打字纸	漂白龙须草浆64% 漂白棉浆36%	淡红色	碱性玫瑰精 0.0198%
		淡黄色	碱性嫩黄O 0.0443%
		淡绿色	碱性嫩黄O 0.0167% 碱性品绿 0.0147%
		淡蓝色	碱性艳蓝 0.0164% 碱性品绿 0.002%
螺纹书写纸	漂白化学木浆100%	淡绿色	碱性嫩黄O 0.03~0.05% 直接耐晒翠蓝GL 0.12~0.15%

(3) 彩色皱纹纸，一般要求色泽鲜艳，外观好，而对于牢度要求不高。普通的生产方法是先生产出皱纹纸厚纸，再将原纸用浸渍法进行染色，所以染料用量较高，可使用碱性、酸性、直接染料或阳离子染料等。彩色皱纹纸染色的染料种类和浓度实例数

据如表 10-5-25 所示。

表 10-5-25

色彩	染料种类	用量	色彩	染料种类	用量
大红色	酸性大红GR	2.2%	采绿色	碱性嫩黄O	0.5%
	酸性橙I	1.2%		碱性绿	0.075%
	酸性桃红3B	0.44%		阳离子嫩黄7GL	0.6%
	酸性大红GR	2.3%		阳离子深黄2RL	0.1%
	直接耐晒橙2GL	1.0%		碱性绿	0.06%
	酸性桃红3B	0.44%	翠绿色	碱性嫩黄O	0.5%
	酸性大红GR	2.2%		碱性绿	0.25%
	直接耐晒橙2GL	1.0%		阳离子嫩黄7GL	0.7%
	阳离子桃红FG	0.11%		阳离子深黄2RL	0.1%
粉红色	碱性桃红(进口)	0.055%		碱性绿	0.2%
	碱性玫瑰精	0.063%	浅紫色	碱性紫5BN	0.013%
	阳离子桃红FG	0.055%		碱性玫瑰精	0.04%
	碱性玫瑰精	0.063%	玫瑰色	碱性玫瑰精	1.5%
鹅黄色	碱性嫩黄O	0.4%	湖水蓝色	直接耐晒翠蓝GL	0.8%
	阳离子嫩黄7GL	0.44%	品蓝色	碱性湖蓝BB	1.78%
	阳离子深黄2RL	0.05%		碱性品蓝	0.017%
桔黄色	酸性橙I	1.4%		阳离子翠蓝GB	0.56%
	酸性大红GR	0.16%		阳离子桔蓝RL	0.4%
	酸性大红GR	0.28%			
	直接耐晒橙2GL	1.2%			
金黄色	碱性嫩黄O	2.0%			
	碱性桃红(进口)	0.025%			
	碱性嫩黄O	2.0%			
	碱性玫瑰精	0.0165%			

(4) 一般生活用纸的染色多采用碱性染料，也有使用直接染料的，其用量如表 10-5-26 所示。

(5) 彩色卡纸，除要求面层色泽鲜艳外，还要求具有一定的牢度。彩色卡纸所用染料的种类和用量如表 10-5-27 所示。

(6) 条纹牛皮纸、条纹柏油原纸的染色，一般是使用碱性染料和直接染料。不同造纸厂的实际用量如表 10-5-28 所示。

(7) 其他纸种所用着色物质种类和用量如表 10-5-29 所示。

表 10-5-26

纸张品种	浆料配比	色 彩	染料种类和用量
高级卫生纸	漂白棉短绒浆100%	粉红色	直接桃红 0.015% 碱性玫瑰精 0.0133%
高级卫生纸	漂白棉浆100%	黄色	直接冻黄 0.02%
中档卫生纸	漂白棉浆30% 废纸边70%	粉红色	直接桃红 0.025%
中档卫生纸	漂白棉浆30% 废纸边70%	黄色	直接冻黄 0.04%
餐巾纸	漂白棉短绒浆100%	橙色	直接橙 0.2% 直接冻黄 0.08%
餐巾纸	漂白棉浆100%	青莲紫色	碱性青莲紫 0.018%
面巾纸	漂白棉浆70% 漂白苇浆30%	果绿色	碱性嫩黄 0.10% 碱性湖蓝 0.20%

表 10-5-27

色 彩	染料种类	染料用量
天蓝色	直接湖蓝5B	0.02%
果绿色	直接耐晒翠绿	0.14%
桔红色	直接桃红 碱性嫩黄O	0.026% 0.0072%
大黄色	碱性嫩黄O 直接冻黄G	0.06% 0.0175%
米黄色	直接冻黄G 直接橙 直接耐晒棕	0.016% 0.01% 0.0024%

表 10-5-28

纸张品种	浆料配比	色 彩	染料种类和用量
条纹牛皮纸	未漂硫酸盐木浆100%	黄棕色	碱性嫩黄 0.21% 碱性橙 0.147%
条纹牛皮纸	未漂硫酸盐木浆100%	黄棕色	碱性嫩黄O 0.12% 碱性橙 0.12%
条纹牛皮纸	未漂硫酸盐木浆100%	黄棕色	碱性嫩黄O 0.20% 碱性橙 0.18%
条纹柏油原纸	未漂硫酸盐木浆100%	灰色	碱性嫩黄O 0.20% 碱性橙 0.055% 直接耐晒黑 0.035%

表 10-5-29

纸张品种	纸浆配比	色彩	着色物质种类及用量
蓝色电话纸	未漂硫酸盐木浆100%	蓝色	直接蓝2B0.53%
红色电话纸	未漂硫酸盐木浆100%	红色	直接耐酸大红 4B50.47%
黑卡纸(照相册纸)	未漂硫酸盐木浆100%	黑色	碳黑10%
半导体纸	未漂硫酸盐木浆100%	黑色	乙炔黑 %
穿孔黑带纸 (电子计算机用)	未漂硫酸盐木浆100%	黑色	碳黑6%
全黑感光防护纸	未漂硫酸盐木浆100%	黑色	碳黑 %

(8) 彩色玻璃纸染色, 所用的染料和染液浓度如表 10-5-30 所示。

表 10-5-30

颜 色	染料种类	比例	染槽中保持的染液浓度
黄色	直接冻黄G	—	0.5~0.6%
桃红色	直接耐晒桔红(进口)	—	0.8~1.0%

续表

颜 色	染料种类	比例	染槽中保持的染液浓度
大红色	直接桃红12B 直接橙 S	1:1	1.3~1.5%
橙色	直接冻黄G 直接大红4BS	4:1	1.0%
浅绿色	直接耐晒绿(进口) 直接冻黄G	9.5:0.5	1.0%
果绿色	直接耐晒翠蓝GL 直接冻黄G	9:1	1.0%
墨绿色	直接湖蓝6B 直接冻黄G	3:1	1.0~1.2%
紫色	直接紫R*	—	0.4%
蓝色	直接湖蓝5B	—	1.0%

注：直接紫R为联苯胺染料，现已停止生产，可用直接湖蓝5B加直接桃红4:6配制。

七、纸张的显白

纸浆纤维总是略呈黄色至灰白色，即使是经过漂白处理，也依然带黄光，这是由于纸浆纤维中所含木素倾向于吸收波长在4000~5000Å[°]的紫色和蓝色光谱所致。纸浆中木素含量越多，其色泽也就越深。磨木浆含有较多的木素，一般呈浅黄色。如在有些稍呈黄色的纸浆中加用蓝紫色或红蓝色染料，吸收波长为5000~6000Å[°]的黄色或橙色光谱，即能起着互补作用，使其在肉眼观察下反映出较纯的白色。

在实际生产中，往往在加胶、加硫酸铝和加填后的纸浆中添加少量的品蓝、湖蓝或群青等色料，用以中和黄色，从而提高了肉眼观察下的白度。但是，有些纸浆可能带浅绿色或浅蓝色，则可加入少量的粉红色料，如桃红等来加以调整。

这种用色料使纸张显白（或称提白）的方法，只能起吸收光

束中某一不希望存在的色相的作用，与此同时，又会削弱反射强度，实际上并没有能够提高白度。

几种纸张显白用染料的实际用量如表 10-5-31 所示。

表 10-5-31

纸张品种	浆料配比	染料种类及用量	备 注
新闻纸	磨木浆80% 化学木浆20%	直接湖蓝0.03%	在配浆箱内加入
新闻纸	磨木浆88% 化学木浆12%	碱性品蓝0.04%	
彩色新闻纸	磨木浆75% 化学木浆25%	碱性品蓝0.04%	
胶版印刷纸	化学木浆50% 化学草浆50%	直接湖蓝0.08%	加有荧光增白剂
胶版印刷纸	化学木浆100%	碱性品蓝0.018%	加有荧光增白剂
书写纸	化学木浆50%化 学草浆50%	直接湖蓝0.07%	加有荧光增白剂
凸版印刷纸	化学草浆100%	碱性品蓝0.04%	
晒图原纸	化学木浆100%	碱性品蓝0.034%	

八、荧光增白剂

荧光增白剂是一种荧光染料，或称白色染料。它的特性是能将紫外光转变成蓝、蓝紫或红色的可见光，产生光学上的增白作用，又因射入光线的激发而产生荧光，使所染物质获得类似荧石的闪闪发光的效应。茈白增白剂的作用是可显著提高纸张的白度，并使其光彩悦目，这是任何化学漂白剂所不能达到的，为此荧光增白剂广泛应用于高级纸的增白处理。

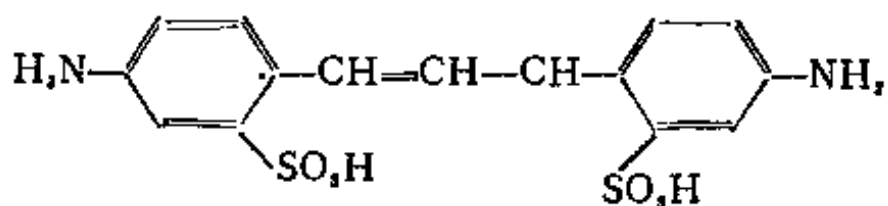
使用荧光增白剂可以提高纸张的白度，但并不是代替漂白，而是使具有相当白度的纸张继续提高其白度，因而主要用于白度

要求高的纸张，如胶版印刷纸、画报纸、高级书写纸、打字纸等。

1. 荧光增白剂的结构

荧光增白剂是一种复杂的有机化合物，种类也很多。这类物质中都有共轭双键，能吸收紫外光，并反射出波长较长的可见光波，在其化学结构式中有：

(1) 能吸收紫外光后激发出荧光的基团（即不饱和共轭双键的结构），在造纸工业中常用的增白剂的这一基团是二氨基芪磺酸：



(2) 能转换激发光为适宜波长的基团，通常带有芳香胺、脂肪胺或其衍生物，改变不同的基团可得到反射出不同颜色的荧光。

我国生产的荧光增白剂 VBL 产品在荧光强度、荧光色调等方面都是较好的，从结构式来看属于二氨基芪磺酸类。

2. 荧光增白剂 VBL 的化学性质

- (1) 溶于水，常制成磺酸钠盐，以增加溶解性。
- (2) 稀溶液具有弱碱性 pH 值，约为 7~9。
- (3) 很稀的水溶液就呈蓝色荧光。
- (4) 在酸性介质（pH 值=5 以下）呈絮状乳浊液。

3. 荧光增白剂 VBL 的主要质量指标

表 10-5-32

名 称	指 标
外观	淡黄色粉末
荧光增白强度 min	为标准品的 100±5
色光	青光微紫
水分含量，%，不小于	5
不溶于水的杂质含量，%，不小于	0.5
细度，通过 100 目筛的残留物含量，%，不小于	5

其主要质量指标应符合表 10-5-32 的规定。

4. 国产荧光增白剂的特性

国产荧光增白剂的一般特性如表 10-5-33 所示。

表 10-5-33

项 目	性 能
外观	浅黄色、浅棕色、灰白色、黄色等粉末状
电荷	阴电荷
水溶液pH值	2%溶液, pH值7~3
稳定性	对水可耐300ppm以下的硬度 对酸可耐pH值大于6 对碱可耐pH值小于11 对游离氯, 可耐漂白残氯0.25%
混用性	对重金属, 不耐铜、铁等重金属离子 对酸性染料, 好 对直接染料, 好 对碱性染料, 不坚固
耐热性	可耐190℃的干热几秒钟
饱和点	0.16%(对纤维)
耐光性	溶液忌长时间曝光, 干粉可在阴凉处贮存数年
毒性	对人身无显著毒性
腐蚀性	对一般设备无显著腐蚀

5. 荧光增白剂的应用

荧光增白剂应用于下述方面:

- ① 直接加入到纸料之内。
- ② 用于表面施胶, 即加入到表面施胶的胶液中。
- ③ 用于加工纸的涂布, 即加入到加工纸的涂布液中。

而以第一种方法直接加入到纸料中增白使用得最广泛。

荧光增白剂的使用方法如下:

① 增白剂溶液要随用随配, 避免放置, 因它对紫外线敏感, 受日光照射后, 日光中紫外线能破坏其显白效果。

② 在使用时, 可先将增白剂溶解于 50~60℃温水中, 1 份增

白剂约用 20 份水。

③ 待增白剂充分溶解后，再用冷水稀释至 $0.3 \sim 3.0 \text{g/L}$ 浓度，随后即可加入到纸料内。

④ 荧光增白剂染色特性类似直接染料，加入纸料以后，短时间即能与纤维固着。为此，为使增白剂与纤维充分混合和良好留着，应将其溶液缓慢加入纸料中。

⑤ 加入时，纸料合适的 pH 值应该接近中性或微碱性（pH 值 $7 \sim 8$ ）。

⑥ 如使用液体增白剂溶液，则应贮入深色玻璃瓶或陶制容器内，切勿曝露于日光之下。

6. 荧光增白剂的用量

(1) 在白度要求高的纸所用的漂白浆中加以少量增白剂，或对彩色纸染色前在漂白的纸浆中加入少量增白剂均能获得显著的效果。

(2) 用于某种纸张增白的适当用量，应根据生产过程中的因素和条件通过生产试验（首先可作小型试验）来确定。

(3) 如果增白剂加到某一数量已达要求或者不再增白，这就是用量的极限，如再多用有可能产生副作用，使色泽变黄，并造成浪费。

(4) 未加增白剂以前纸浆的白度越高，增白效果越显等，例如，同是一种漂白浆，白度相差不到 5 度，则增白剂用量相差一倍。

(5) 一般认为，增白剂用量超过 0.12% ，纸浆白度不再显著增加，即在纸浆中施加的增白剂的极限数量为 $0.12 \sim 0.16\%$ 。

(6) 增白剂对白度低于 60% 或 65% 的未漂纸浆，不起增白效果，这是由于未漂浆中带有色素，而使用增白剂仅起着改进色光的作用。根据试验，对于未漂浆如增大增白剂用量，还会产生使纸浆变红的现象。

几种纸张的荧光增白剂的实际用量数据如表 10-5-34 所示。

表 10-5-34

纸张品种	纸浆配比	白 度	增白剂	增白剂用量
一号胶版印刷纸	化学木浆 50% 化学草浆 50%	85%以上	BSL	0.12%
一号书写纸	化学木浆 50% 化学草浆 50%	90%以上	VBL	0.10%
特号打字纸	化学木浆 80% 化学草浆 20%	90%以上	VBL	0.10%
特号打字纸	漂白棉浆 36% 漂白龙须草浆 64%	85%以上	VBL	0.12%
拷贝纸	漂白龙须草浆 100%	85%以上	VBL	0.12%
邮票纸	漂白阔叶木浆 80% 漂白针叶木浆 20%	90%	VBL	0.10%

7. 影响荧光增白剂增白效率的因素

(1) 原料和纸浆类型的影响

荧光增白剂只能用以漂白的纸浆再增白，而不能代替漂白剂用以漂白纸浆。纸浆本身白度越高，则增白后色调更为鲜艳明亮，因此在纸浆使用荧光增白剂以前，必须进行漂白处理，只有高度洁净和漂白的纸浆，才能获得最大的增白效果。

荧光增白剂对于一般植物纤维如棉浆、木浆、草浆等的结合力均较良好。磨木浆中含有大量木素，在日光下极易氧化泛黄，且又会吸收紫外线，这些都会妨碍了荧光增白剂的增白效果，因而对于磨木浆的效率差甚至不起增白作用。

(2) 胶料和填料的影响

常用的松香胶料，当使用适当的用量时，并不影响荧光增白剂的增白效果，但褐色胶料将部分抵销其显白效率。

一般填料的白度均不低于纸浆白度，为此对增白效果并无影响。加入的填料应注意不吸收紫外线的性能，否则将显著降低增白剂的增白作用。

(3) pH 值的影响

对于目前使用的一些耐酸性较差的荧光增白剂，使用时以纸浆呈中性或微碱性时效率最好。根据生产实践的经验，pH 值低时（酸性较强）的增白效果比 pH 值高时（酸性较弱）的增白效果低，特别是在水质变坏的情况下，pH 值的影响就更大。当上网 pH 值低于 5.4 时增白效果已有明显下降，当上网 pH 值低于 4.4 时就基本上失去其增白作用。为了使荧光增白剂加入后能得到较好的增白效果，在使用增白剂的施胶纸时，增白剂必须在施胶或加硫酸铝前加入。

(4) 水质的影响

荧光增白剂应尽可能溶解于软水中，通常含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子的硬水，若硬度不高（总硬度在 300p.p.m 以下）时，则影响尚不显著；若使用在过高硬度或含有铁质等不洁净的水，则会剧烈降低增白剂效能，其中尤以含铁质的水的影响更为显著。在造纸机的封闭白水系统中，充分利用接近中性的白水也可消除不良水质的障碍，并有助于增白剂效率的进一步发挥。

(5) 重金属离子的影响

重金属离子如 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 等存在，当含量超过一定限度时，均会影响增白剂的作用，使产品产生泛黄现象，其中尤以 Fe^{3+} 影响最大。根据试验，重金属离子含量在 100ppm 以下时，则对增白剂的不利影响较小。

在溶解或使用增白剂过程中，应避免增白剂溶液与铜、铁等金属接触（例如，应在木桶内溶解，用木棒搅拌等），并应在打浆作用完成后，开始加入浆内，通常与纸浆接触几分钟后，已经使纤维增白，尽量减少增白剂溶液与金属设备接触时间过长。

(6) 纸浆中残存化学药剂的影响

对抗酸性较差的增白剂，应尽量减少纸浆中的游离酸。残碱虽对增白剂无直接影响，但残碱内含有蒸煮废液，或含有溶解的木素及可溶性色素，这些残存物质对增白效果也是不利的。纸浆内少量残氯对增白剂无显著影响。为了提高增白剂的增白效果，

纸浆的洗涤是重要的，以减少残酸、残碱和残氯的影响。

8. 在纸张中是否含有荧光物质的检测

纸张中荧光的来源有：(1) 酸性亚硫酸盐浆中固有的荧光；
(2) 增白纸浆而添加的荧光增白剂所具有的荧光。

一般食品包装纸中不允许含有荧光物质，测定纸张中是否含有荧光物质可用先进的光学仪器，如色谱分析法等。

这里介绍两种简易的方法。

(1) 第一种方法：

先向试管内倒入 5ml 的二噁烷和水（比例为 1:1）混合液，投入纸样约 0.2 g，摇动片刻。随后自试管中吸出萃取液 1ml 滴在滤纸上，缓慢干燥至沉积物的直径约为 2.5cm。此后在紫外光下观察滤纸，其鉴别结果如下：

① 若黑斑上呈深白色斑，说明纸样是由经荧光增白剂增白的漂白浆或未漂浆抄成的。

② 若黑斑周围有浅蓝色光晕，说明纸样是由酸性亚硫酸盐未漂浆抄成的。

③ 若黑斑周围有红色光晕，说明纸样中没有荧光增白剂，但是经过调色。

④ 若白斑周围有红色光晕，说明纸样中有荧光增白剂，且经过调色。

(2) 第二种方法：

这种方法较快速，但准确性较差。具体方法是，纸样先用水进行浸泡抽提，随后把滤纸条放在试样抽提液中浸湿，烘干后在紫外光下检查。若滤纸显示出较强的荧光，则纸样中含有荧光增白剂。如果纸样中的荧光增白剂的添加量较少，则检验效果不明显，这样就需要使用第一种方法进行复检。

第六节 化学助剂

一、概 述

1. 添加化学助剂目的

在造纸过程中施加化学助剂的目的，是增进纸张纤维本身或一般填料胶料所难以获得的性质，提高产品质量，以及控制或缓和生产过程中可能发生的困难，例如，在纸浆中添加淀粉、植物胶、合成高分子化合物，合成树脂等，可以提高纸张的干湿强度。为了防止产生腐浆，可用防腐剂，为了防止在抄纸过程中产生泡沫，可加消泡剂。近年来，还用了助滤剂和助留剂，以达到改进抄纸操作、提高纸张质量，减少添加剂的流失等目的。

一种有效的化学助剂，无论在使用价值和经济效益方面均有重要的意义，一般仅需使用较少量的物质，就应达到理想的要求。

2. 分类

至目前为止，各国可使用于造纸的商品助剂，名目繁杂，品种繁多，使用范围也较广泛。在国内，虽然大多数的造纸助剂，均已进行生产或试制，但由于应用面不够广，所以造纸助剂的分类不够明确。本章叙述的内容仅就涉及到造纸方面的常用的化学助剂按其用途分述如下。至于施胶剂、表面施胶剂、中性施胶剂等化学助剂已在前几章中介绍过，这里不再重复。

二、湿 强 剂

(一) 概 述

湿强度的含义与施胶度完全不同。湿强是指纸张即使已完全

被水浸湿或被水饱和时，仍能保持其部分的强度，而施胶度则仅指水分渗入纸中的速率而言。

无论是纸张还是纸板，受水完全润湿后，一般只能保持其原有的干强度的 4~10%，为此提高湿强度对一些特殊用途的纸张，具有重大的意义。

一些需要湿强度的纸张的名称和用途如表 10-6-1 所示。

表 10-6-1

纸张品种	用 途
海图纸、特种地图纸	经雨淋水浸后，仍能保持其原有完整、清晰和不变形
照相原纸	在涂布加工过程和长期浸渍在水中不致变形和保持纸层不松散，并能抵抗冲晒过程中化学药品的浸蚀
钞票纸	在受水浸泡后仍应具有良好的耐折度、耐摩擦性和紧密度
广告招贴纸	用于户外，虽经雨淋风吹也不致破碎
高级包装纸	虽经雨淋水浸，不致破碎，而能保持包装物品的完整
药棉纸	可代替棉花，浸药水后仍保持一定的强度
手巾纸、手帕纸	润湿后仍保持一定的湿强度，并且有良好的吸收性和柔软性
工业滤纸	在湿的状态下具有良好的湿强度
膏药纸	在湿润的情况下仍具有一定的湿强度

在加用湿强剂以后，纸张的湿强度大多能保持原有的干强度的 20~40%。

(二) 湿强剂的作用

湿强剂的作用大致可以概括如下：

(1) 在纤维界面上形成了交联的树脂网状物，从而降低了纤维的润胀。

(2) 在纤维之间存有不溶于水的凝胶物。

(3) 原子之间的吸引的程度（氢键）比通常出现在纸中的为高。

(4) 不论是否有附加的介质，在纤维界面间发展有共价键。

(三) 湿强剂的类型

早期湿强纸张的生产，大多是在纸浆中加用醋酸纤维素、硝化纤维素、羟乙基纤维素等，借以提高纸张的抗水性能，以适应最终用途的需要，但其效果较差。

近年来，开始采用热固性胺基树脂，这才是真正使纸张取得湿强度的重要手段。

常用的热固性树脂有三聚氰胺-甲醛树脂、脲醛树脂、聚酰胺环氧树脂和聚乙烯亚胺等。

(四) 三聚氰胺-甲醛树脂

造纸用的三聚氰胺-甲醛树脂全名应为三羟甲基三聚氰胺树脂，是由三聚氰胺粉末与甲醛在微碱性下缩合而成的水溶性树脂，它是一种比较广泛使用的湿强剂。

1. 三聚氰胺的性质和质量指标

三聚氰胺为白色单斜结晶粉末，易溶于热水，微溶于冷水，不溶于乙醚和惰性溶剂，能与盐酸或硫酸生成针状盐及粒状盐，与甲醛反应形成三聚氰胺甲醛树脂。

表 10-6-2

指 标 名 称	指 标
粒度	细白色结晶粉末
三聚氰胺含量%，不低于	99.5
水分，% 不小于≤	0.2
灰分，% ≤	0.05
游离碱，% ≤	0.02

三聚氰胺的质量指标如表 10-6-2 所示。

2. 三聚氰胺树脂的制备

将三聚氰胺与甲醛液作用，可形成结晶的三羟基三聚氰胺，这就是造纸工业中应用的三聚氰胺树脂。在使用前，必须在树脂中加入一定量的酸，使之溶解于水中成 5~10% 的浓度，然后将树脂液放置老化，至出现蓝色霞雾现象时，此时树脂液始具有阳电荷，从而与纸浆纤维具有亲合力，使纸张产生湿强度。

三聚氰胺与甲醛分子比在 1:3 时，生成三羟基三聚氰胺，若与过量甲醛（三聚氰胺和甲醛的分子比为 1:6 时）作用，则生成六羟基三聚氰胺。六羟基三聚氰胺一般用作亲水性胶粘剂如淀粉、聚乙烯醇等涂料的交联剂，使其增加涂料的抗湿性。

3. 三聚氰胺树脂胶液熬制实例

(1) 胶液质量指标

三聚氰胺树脂胶液的质量指标如表 10-6-3 所示。

表 10-6-3

项 目	指 标
胶液浓度	2.0 ± 0.05 %
胶液 pH 值	2.6 ~ 3.0

(2) 配比

熬制三聚氰胺树脂胶液的配比如表 10-6-4 所示。

表 10-6-4

项 目	配 比
三聚氰胺 (99% 以上)	300kg
甲醛 (37%)	600kg
盐酸 (35%)	240kg (按 100% 盐酸对三聚氰胺树脂计为 16.34%)

按此配比合成的三聚氰胺树脂理论产量为 515kg。

(3) 生产流程

熬制三聚氰胺树脂胶液的生产流程如图 10-6-1 所示。

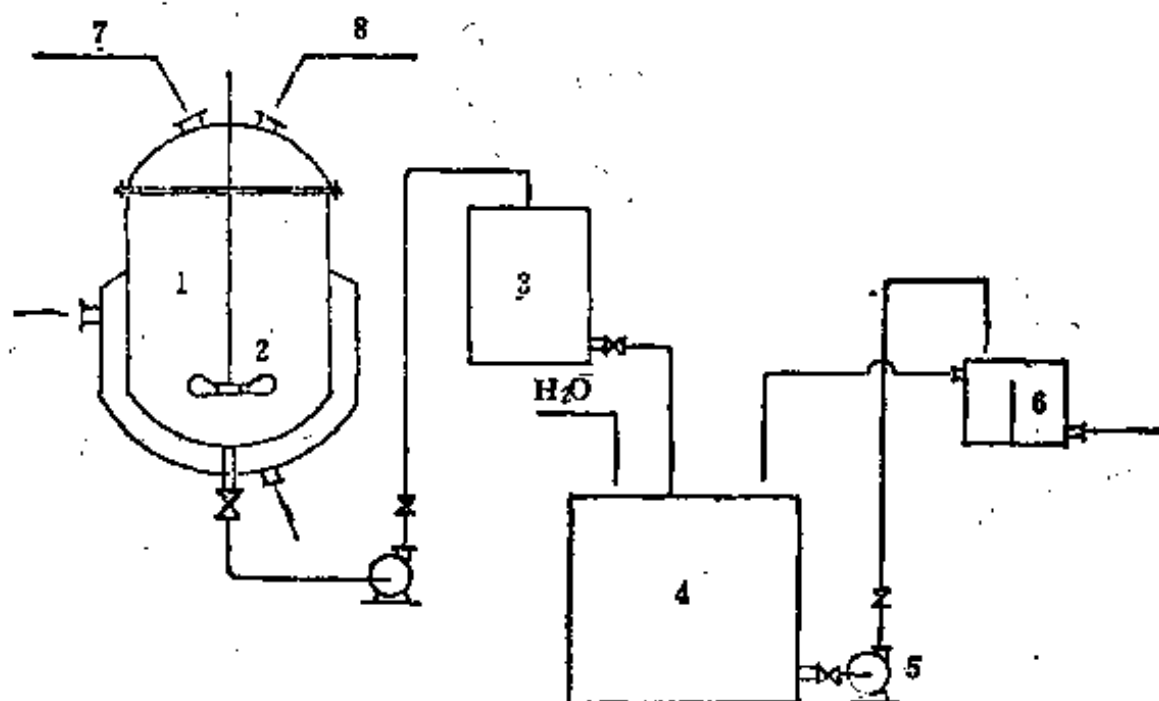


图 10-6-1 熬制三聚氰胺树脂胶液的生产流程示意图

1—合成锅 2—搅拌器 3—贮存槽(用于贮存浓度为10%的胶液) 4—贮存槽(用于贮存浓度为2%的胶液) 5—泵 6—高位箱 7—添加盐酸、甲醛、三聚氰胺等的入口 8—添加NaOH的入口

(4) 主要设备

熬制三聚氰胺树脂胶液的主要设备如表 10-6-5 所示。

表 10-6-5

设备名称	容积(m^3)	数 量	材 料	备 注
合成锅	3	1	不锈钢	搅拌器转数 $n=80\text{r}/\text{min}$ 电动机4.5kW
贮存槽(用于贮存浓度为10%的胶液)	14	4	不锈钢	
贮存槽(用于贮存浓度为2%的胶液)	21	4	塑 料	
高位箱	1	1	塑 料	

(5) 操作步骤

操作步骤如表 10-6-6 所示。

表 10-6-6

项 目	说 明
添加甲醛	先将600kg甲醛溶液倒入合成锅内，用等性钠溶液调节pH值至8
添加三聚氰胺搅拌	加300kg三聚氰胺搅拌30min
升温与保温	搅拌均匀后升温至75℃，保温30min，这样就完成了合成过程
稀 释	随后添加清水将三聚氰胺甲醛树脂液稀释至浓度约为20%，温度在35℃以下
酸溶解	此后添加浓度为35%的盐酸240kg进行酸溶解，其时间为30~40min。
成熟老化	加水稀释至10%浓度，用泵输送至贮存槽内存放，使之成熟老化
贮存和使用	存放时间24h，以上，冬季时间长，夏季时间短，待成熟至胶液呈天蓝色，再稀释至2%浓度贮存备用

4. 商品三聚氰胺树脂制成胶液实例

商品固体三聚氰胺甲醛树脂的通常树脂含量为50%。

(1) 生产流程

其熬制成胶液的流程如图10-6-2所示。

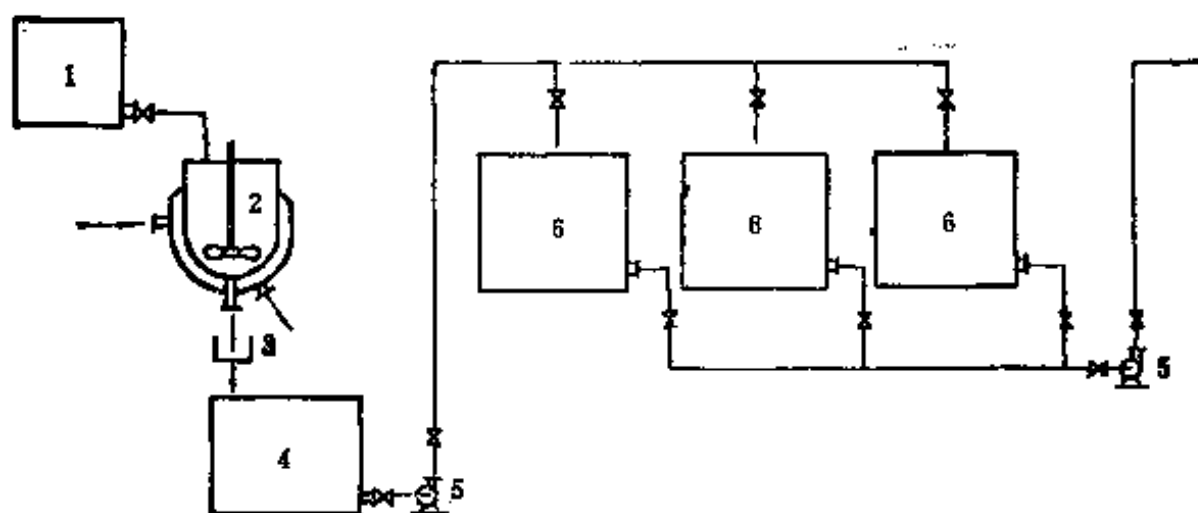


图 10-6-2 商品三聚氰胺甲醛树脂制成胶液生产流程示意图

1—酸液槽 2—合成锅 3—过滤器 4—放料槽 5—泵 6—贮存槽

(2) 主要设备

商品固体三聚氰胺甲醛树脂制成胶液的主要设备如表 10-6-7 所示。

表 10-6-7

设备名称	容积 (m ³)	个 数	材 料	备 注
合成锅	0.5	1	不锈钢	搅拌器转数为 34r/min
放料槽	1.5	1	水泥制, 内衬瓷砖	
贮存槽	3.0	3	水泥制, 内衬瓷砖	
配酸槽	0.5	1	不锈钢	

(3) 操作步骤

① 称量打碎的固体三聚氰胺甲醛树脂 60kg(含树脂量 50%) 放入合成锅中。

② 随后添加 240kg 预先配制好的 1.72% 盐酸溶液。

③ 开动搅拌器使盐酸溶液与三聚氰胺甲醛树脂混合均匀, 与此同时向夹套内通热水进行间接加热, 控制锅内温度为 41℃ 左右, 不超过 45℃, 直到完全溶解为止, 这样制得的是浓度为 10% 的树脂液。

④ 打开放料阀门, 溶解后的树脂液经过滤后放入放料槽内。

⑤ 树脂液由放料槽泵送至贮存槽内, 贮存时间 24h 以上使之成熟老化, 随后即可使用。

5. 三聚氰胺树脂的应用

三聚氰胺树脂只能用作浆内施用。三聚氰胺树脂的使用量随纸张品种不同而不同, 并且往往是与其他胶料(如硬脂酸铵胶料、松香胶料、氧化淀粉等)一起使用, 以获得较好的施胶效果和改善纸张的其他性质。几种纸张使用三聚氰胺的用量如表 10-6-8 所示。

表 10-6-8

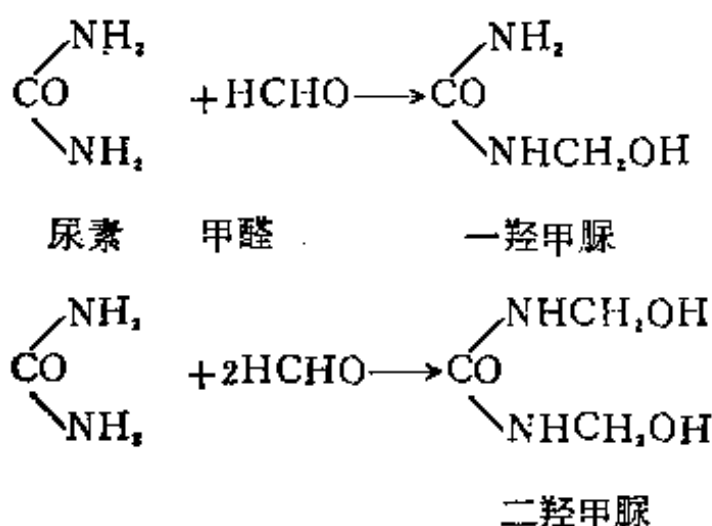
纸 张 品 种	三聚氰胺树脂用量 (%)
海图纸	3.0
高级水彩画纸	3.0
照相原纸	1.8~2.0
水砂纸原纸	2.5~3.0
膏药纸原纸	2.5
布轮纸(电镀抛光用)	1.0
证券纸	2.0~2.5

(五) 脲 醛 树 脂

脲醛树脂也是目前比较普遍使用的一种湿强剂，是一种无色(或草黄色)透明、均匀、糖浆状液体，与水能以任意比例混合而不发生沉淀。

1. 脲醛树脂的制备

制备脲醛树脂的原料是由尿素与甲醛聚合而成的，其反应式如下：



尿素与甲醛，在中性或弱碱性介质中，在低于温度 100℃ (通常为 85~95℃) 时，有初期的缩合反应，生成能溶于水及醛的羟甲脲。尿素与甲醛的分子比为 1:1 时，生成一羟甲尿 (熔点

111℃)；分子比为 1:2 时，则生成二羟甲脲（熔点 126℃）。当聚合反应在微酸性（pH 值在 5~7）时，反应速率能加快，但酸化到 pH3 或温度在 100℃ 以上时，则羟甲脲能脱水而形成不溶于水的亚甲脲。甲醛与过量的尿素在强酸介质中缩合能脱水形成聚亚甲脲。无论亚甲脲和聚亚甲脲均会降低脲醛树脂的强度，从而不适于造纸工业的应用，因此在制备脲醛树脂时，应尽量避免上述副产品的生成。

适用于造纸工业的脲醛树脂是二羟甲脲的脲醛树脂，或含有少量的一羟甲脲的混合物。为了制得含大量二羟甲脲的脲醛树脂，用 1mol 的尿素和 2mol 的甲醛进行树脂化反应。反应温度介于 80~100℃ 之间，pH 值不低于 5.5；在这样的聚合条件下制得的脲醛树脂，尚含有少量（约 5~7%）的游离甲醛。此甲醛使树脂在贮存过程中，继续与游离尿素结合生成羟甲脲，而不是生成聚亚甲脲。

制备的原料配比如表 10-6-9 所示。

表 10-6-9

原 料	用 量
尿素（95~100%纯度结晶）	1mol
甲醛（37%水溶液）	2mol

并加适量的 10% NaOH 溶液，用以控制树脂液的 pH 值。

2. 制备操作

制备操作如表 10-6-10 所示。

3. 脲醛树脂的应用

脲醛树脂可以加到纸料中或用于纸张的表面施胶。

(1) 脲醛树脂加到纸料中

作为湿强剂，液态的脲醛树脂可直接加到打浆机，或加入到纸料制备系统或抄纸系统的设备中，例如，配浆箱、轴流泵、筛

表 10-6-10

项 目	说 明
添加甲醛	将37%甲醛溶液放入反应锅内, 用10%NaOH溶液调节 甲醛溶液pH为5.5
添加脲素	通汽加热至85℃, 渐渐加入脲素, 由于脲素溶解是吸热的, 所以必须控制温度不使下降
继续升温	待脲素溶解后, 将温度提高至95℃, 以使树脂化反应速率加快
保温	当反应温度在95℃时, 15min后抽样检验, 使树脂液冷却至20℃测定pH值, 并使一分树脂和两分水相混合, 观察其混浊情况, 继续保持反应温度在94~96℃, 每隔10min检验一次, 待树脂液pH值在6.0时, 则隔5min检验一次
继续反应	当树脂样品与水混合呈透明溶液而不产生沉淀时, 则自此时起继续保持95℃0.5h
降温中和	随后待树脂液温度降至60℃时, 再用NaOH溶液中和树脂液, 使pH值在7.2~7.4
冷却过滤备用	待冷却后过滤, 此时所得树脂液的固体物含量约为51~53%

选机、网前箱等。脲醛树脂作为湿强剂的用量为绝干纤维重量的0.4~4.0%, 加入时浓度为5~10%左右。

(2) 脲醛树脂作为表面施胶剂

用脲醛树脂对纸张进行表面施胶一般是在水平辊式装置或施胶槽内完成。树脂用量约为纸张重量的1.5~2.0%, 施胶时树脂液的浓度约为1~5%。有的造纸厂将脲醛树脂与氧化淀粉混合起来使用, 例如, 在生产定量为80g/m²的晒图原纸时是采用75%氧化淀粉和25%脲醛树脂的混合胶液进行表面施胶的。

4. 改性脲醛树脂

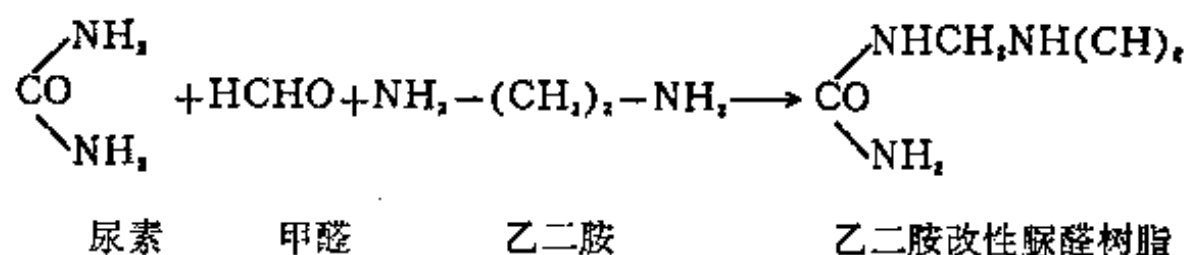
为使脲醛树脂在纸浆中具有较高的留着率, 相应地提高纸张的湿强度, 则可在脲醛树脂的聚合过程中添加某些改性剂, 使制得的树脂具有阳电荷。常用的改性剂有乙烯多胺化合物, 甲胺、胺吡啶等。这些改性剂的用量一般均很少, 如以0.05~0.2mol (对1mol 脲素) 的用量, 就可使脲醛树脂改性, 而获得的树脂与

三聚氰胺甲醛树脂有类似的效果，并且成本较低，损纸的处理也较容易。

(1) 乙二胺改性脲醛树脂

乙二胺改性脲醛树脂是一种阳离子型树脂，由于它是阳离子型，为此比未改性的脲醛树脂的增湿强效果显著。另外，它还具有较好的水溶性、不易凝胶、制造方便和价格低廉等特点。

乙二胺改性脲醛树脂是由尿素与甲醛首先作用，随后添加乙二胺和其他辅助化学药剂而制成，其反应式如下：



制备原料的比例和性质如表 10-6-11 所示。

表 10-6-11

原 料	比例或作用
尿素 (95~100% 结晶)	1mol
甲醛 (51% 水溶液)	2.5mol
乙二胺 98~100%	0.1mol (对尿素分子量)
盐 酸 38%	
适量的 25% NaOH 溶液	用以控制树脂液的 pH 值
适量的 90% 蚁酸溶液	

制备操作：

① 先将盐酸与乙二胺作用生成乙二胺盐，再与 51% 甲醛溶液按上表中的用量置入安装有温度计、搅拌器和回流冷凝器的容器内。

② 控制 pH 值在 7.0~8.0，随后加入尿素，反应液的 pH 值仍控制在 7.0 以上。

③ 随后升温，待温度渐升至 95℃ 时，用蚁酸调节 pH 值至

4.2。因乙二胺具有碱性，此后反应液的 pH 值又提高至 6.2，再用蚁酸使其降低至 4.0，约 20min 后，反应液的 pH 值能稳定在 5.2~5.6，然后保持树脂化反应在 95℃ 的条件下进行。

④ 待树脂液的粘度约到 100cp 时，使树脂液自然冷却至 65~75℃，继续进行树脂化反应。

⑤ 待树脂液达到所需要的粘度时（约 0.15Pa·s），随即迅速冷却至室温，并用 25% NaOH 溶液调节树脂液 pH 值至 7.2~7.6。

⑥ 此时所制得的树脂液的固体物含量约为 51~53%，再用水稀释至约 45% 的浓度，并在较低的温度（低于 20℃）下进行贮存。

(2) 多元胺改性脲醛树脂

多元胺改性脲醛树脂也是一种阳离子型树脂，由于它有两个活性基团，为此增湿强的效果显著，此外，它还具有 pH 值的适用范围宽和良好稳定性等优点。

如果多元胺改性脲醛树脂具有足够的分子量，则当将其加入纸浆后经过固化，则树脂成网状体型结构，即树脂分子与纸浆纤维纵横联结起来，从而使纸张的湿强度显著增加。

多元胺改性脲醛树脂的制备分两个步骤：

① 尿素与多乙烯多胺按一定的摩尔比混合，加热聚合生成聚脲酰中间体。由于这一中间体的分子的两端有活性基团 $-RNH_2$ ，不稳定，因此加入一定量的含羟基的化合物如乙二醇，它与 $-RNH_2$ 反应脱水而封端，使中间体的稳定性有所提高，并且为与

甲醛进行缩合提供了一个有利于反应的酰胺基 $\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-NH_2$ 。

② 被封端的聚脲酰中间体与甲醛反应缩合成高分子量的多元胺改性脲醛树脂。

缩聚反应的实验室实例：

步骤一

① 尿素 220 g (纯), 二乙烯三胺 $\frac{1}{3}$, 三乙烯四胺 $\frac{2}{3}$ 共 148 克 (纯), 在 64min 升温至 145~150℃ (油浴加热);

② 在 145~150℃ 下保温 15min;

③ 降低温度至 135℃ 后, 加入乙二醇 100ml (纯);

④ 搅拌冷却至室温, 即得聚脲酰中间体 (pH 值 11)。

步骤二

① 聚脲酰中间体 101.5 g 和甲醛 (37% HCHO) 102 g 共同加热至 80℃;

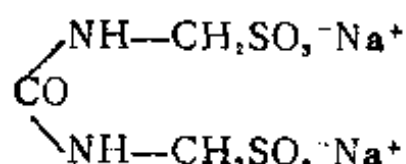
② 在 80℃, pH=9 的条件下保温 20min;

③ 冷却至 70℃, 添加 85% H_3PO_4 4.6ml、水 65ml, 调节 pH 值至 5.5, 保温 65min;

④ 随后加入 10% NaOH 17ml、37% HCHO 22ml, 水 103ml, 并搅拌冷却至室温, 即制得多元胺改性脲醛树脂 (pH 值 4)。

(3) 改性亚硫酸钠脲醛树脂:

为使脲醛树脂具有更大的溶解度和增强其湿强度效果, 可在树脂化反应过程中, 加入 0.2~0.5mol (对 1mol 脲素) 的 $NaH-SO_3$, 使树脂聚合和亚甲基磺化作用同时进行, 而得到下列结构式的脲醛树脂。



经亚甲基磺化的脲醛和原有的脲醛树脂相同, 仍是阴离子型的, 对纤维的吸附力较差, 因之在纸浆中的存留率仍是不高的。

(六) 聚酰胺环氧树脂

聚酰胺环氧树脂 (简称 PAE 树脂) 是 60 年代开发并得到发展的一种中碱性熟化的湿强剂。做为湿强剂, 聚酰胺环氧树脂具有三聚氰胺甲醛树脂或脲醛树脂无法比拟的优点。它不仅是在中

碱性条件下熟化的高效增湿强剂。而且在提高湿强度的同时，添加聚酰胺环氧树脂并不损失成纸的柔软性和吸收性，并且生产过程中的泡沫少，成纸白度返黄小。聚酰胺环氧树脂可在中性或微碱性介质中使用，具有 pH 值适应范围较宽的特点，纸张的耐热性也较好，因而它可作为医疗用药棉纸、面巾纸等特种纸的湿强剂。

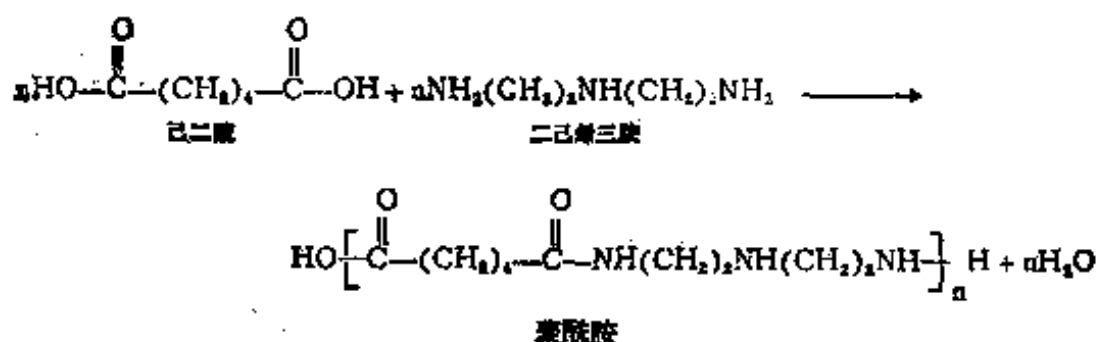
1. 聚酰胺环氧树脂的制备

聚酰胺环氧树脂的制备方法可分为两个步骤进行，第一步是合成聚酰胺，第二步是以聚酰胺为原料，再加入环氧氯丙烷（表氯醇），合成聚酰胺环氧树脂。

制备聚酰胺环氧树脂的主要原料是己二酸、二乙烯三胺（或三乙烯四胺）和环氧氯丙烷。

(1) 合成聚酰胺（聚己二酰二乙烯三胺）

由己二酸和二乙烯三胺（或三乙烯四胺）缩合而成，其反应式如下：

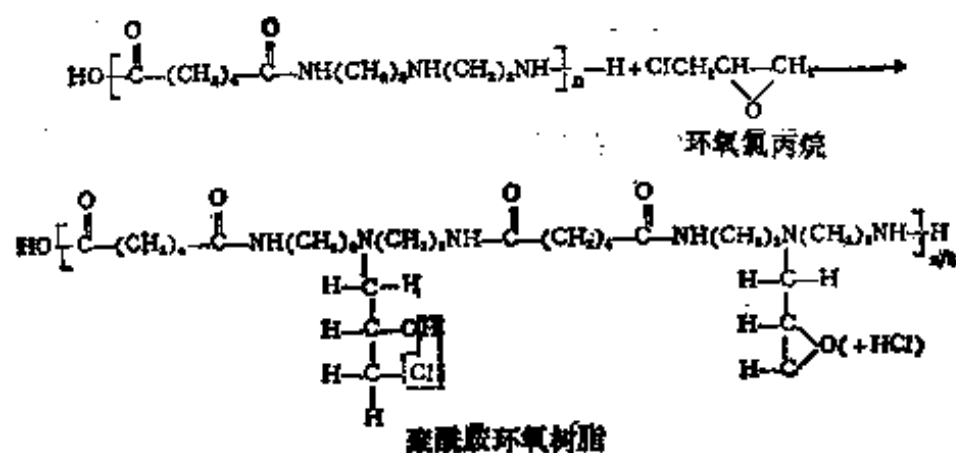


制备时己二酸和二乙烯三胺的摩尔比为 1:0.9~1.1。

反应时先按比例在二乙烯三胺中加水 30% 并搅拌，随后缓慢地加入己二酸，此时温度自行上升至 115~120℃，搅拌均匀后，开始加热升温至 190~200℃。保温一定时间后即可停止加热，待温度下降到 140℃ 以下时，开始慢慢加水，使聚酰胺的固体物含量在 50% 左右，搅拌均匀后即可待用。

(2) 聚酰胺环氧树脂的合成

用聚酰胺添加环氧树脂进行合成，其反应式如下：



反应时取聚酰胺液体（固体物含量 50%）200 份，加水 600 份，再在良好搅拌下缓慢地添加环氧氯丙烷（用二乙烯三胺时添加 39.6 份，用三乙烯四胺时添加 38.2 份），加完后开始加热升温。当温度升到 75℃ 时，立即停止加热，并继续搅拌，待粘度合乎要求时（粘度约 0.025~0.03Pa·s，含固体物约 10%），立即加入 10% 的盐酸或硫酸，调节 pH 值至 4~5 即可贮存备用。

2. 聚酰胺环氧树脂的应用

(1) 聚酰胺环氧树脂多用作为浆内添加剂。

(2) 制得的聚酰胺环氧树脂在添加到打过浆的纸料中以前，应先用 10% NaOH 溶液进行中和，控制树脂溶液的 pH 值为 6~7，并向树脂溶液中添加适量的水进行稀释，随后在不断搅拌的条件下加到纸料中。

(3) 要注意在纸料的打浆尚未达到所需的打浆度以前，不应提前加入聚酰胺环氧树脂，以免影响打浆度的继续提高。

(4) 由于聚酰胺环氧树脂是阳离子型的，所以在添加到纸料中就很快被吸附在纤维上，当搅拌均匀后即可进行抄纸，而不需要添加其他辅料和等待时间。

(5) 聚酰胺环氧树脂添加至纸料中还起到助留剂的作用。

3. 聚酰胺环氧树脂适用的纸种

聚酰胺环氧树脂作为湿强剂适用的纸种如表 10-6-12 所示。

纸 种	性 能 和 要 求
毛巾纸、手帕纸	这种纸要求柔软,吸水能力强和一定的湿强度,并要求无毒
液体包装用纸	如牛奶瓶纸板要求有湿强度
瓦楞纸箱用纸板	在湿润时仍要求有相当高的挺度
纸袋纸	在湿润时 also 要求有一定的湿强度
照相原纸	浸渍在水中要求不变形和保持纸层不松散
一次性消耗用纸	如婴儿尿布纸,妇女卫生用纸等,既要求柔软、吸水,有一定的湿强度,还要求不得对皮肤有刺激作用。

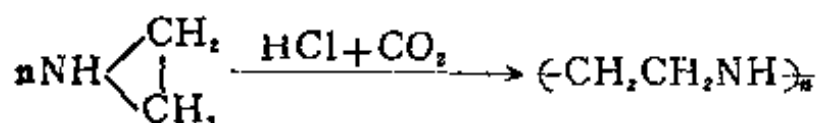
(七) 聚乙烯亚胺

聚乙烯亚胺是由乙烯亚胺在酸性介质中聚合而成的一种特殊型式的树脂聚合物。

聚乙烯亚胺通常仅应用于未施胶的吸收性纸(如餐巾纸、卫生纸等),使具有一定的湿强度,树脂的加入,并不影响其吸收水分的性能。当聚乙烯亚胺使用于草类纤维时,可加强其滤水性,并使其具有一定的湿强度。

1. 聚乙烯亚胺的制备

聚乙烯亚胺系由乙烯亚胺聚合而成,故应先制备乙烯亚胺,然后在盐酸和二氧化碳的催化作用下能自动聚合而成。



应用于造纸的聚乙烯亚胺,其聚合度约为 100,是一种无色的水溶性化合物。聚乙烯亚胺在水溶液中具有阳离子反应,容易为具有阴电荷的纤维素所吸附,故在使用时,不一定需要加入硫酸铝等以增加其留着率。

2. 聚乙烯亚胺的使用

聚乙烯亚胺是一种水溶性的树脂液,可以任何比例与水混合,

为有效提高纸浆内聚乙烯亚胺浓度，通常均直接加入成浆槽或配料槽中，与纸浆充分混合一定时间后，无须加入其他化学药剂，即可较充分地存留在纸浆上。由于施胶中的明矾对聚乙烯亚胺是有害的，因此仅能应用于未施胶的纸张中。通常聚乙烯亚胺的用量是 1~2%，除可使成纸获得一定的湿强度外，还可降低浆料的打浆度，以增加其在网部的滤水性能，减少纸张的润湿变形和空气湿度变化对纸张的影响。

(八) 其他湿强剂

其他一些不常使用的湿强剂如表 10-6-13 所示。

表 10-6-13

名 称	性 质 和 作 用
氯丁胶乳	氯丁胶乳是由 2-氯 1,3-丁二烯乳液聚合而成的聚合物，或是 2-氯 1,3-丁二烯和其他聚合物的混合物，其主要成分是 2-氯 1,3-丁二烯。目前，氯丁胶乳主要用于膏药纸，除增加湿强度外，还提高纸张的柔软性和防油性
酚醛树脂	将酚与甲醛相互聚合而成酚醛树脂，它具有良好的抗热性，抗化学药剂性，可作用为纸张的湿强剂。但由于酚醛树脂的色泽较深。加之需高温（约 150℃）才能成熟，为此不常使用
氯偏树脂	学名偏二氯乙烯，其成分约为偏氯乙烯 65%，氯乙烯 3%，丙烯酸丁酯 5%。在制备耐水砂纸时，除使用三聚氰胺甲醛树脂外，有时也加用氯偏树脂
双酚淀粉	双酚淀粉可溶于硼砂和亚硫酸氢钠中作为表面施胶剂，它可增加纸张的暂时湿强度和永久干强度
高分子脂肪族氯化物	呈液体状，它是一种酸性的阳离子型化合物，能与纤维素起交联作用，提高纸张的湿强度，但也不常使用

(九) 影响湿强度树脂留着率和效率的因素

湿强度树脂的留着率和淀粉或松香胶相似，并不能说明纸张中真实的效用，可能在较低留着率下有好的湿强度，反之，经絮凝的树脂胶液加入浆内，即使有较高的留着率，也很少会产生

应有的效率。在正常生产条件下，湿强度树脂的合理留着量如表10-6-14所示。

表 10-6-14

树脂的类型	纸中树脂存留量(加入量%)	
	最高(%)	一般(%)
三聚氰胺树脂	3.0	2.1~2.5
阴离子型脲醛树脂	1.6	1.1~1.5
阳离子型脲醛树脂	2.2	1.6~2.0

有关影响湿强度树脂的留着率和效率的因素如下：

1. 纸浆打浆的影响

打浆或是纤维的机械处理是影响湿强度的重要因素之一。纸浆的打浆度越高，则用等量的树脂能得到较大的湿强度，这是由于任何类型树脂的留着率均与纤维的表面积有关，而表面积又决定于打浆程度，当纸浆经过打浆后，树脂的留着率和湿强度值随打浆度上升而增加。

试验证明，要得到最好效果，湿强树脂应在纸浆完成打浆过程后再加入，因为这样可以防止纤维发生新表面积，而无树脂可以吸附。若树脂在打浆前加入，则湿强度在达到一定值后，会有逐渐下降的倾向。

2. 硫酸铝的影响

在纸浆中存在适量的硫酸铝，可改进各种类型树脂的留着率和湿强度，其中尤以阴离子型脲醛树脂必须在硫酸铝的帮助下，才能强烈地吸附在纤维上。

在纸浆中不加入硫酸铝时，阳离子型脲醛树脂和三聚氰胺树脂，如加入若干硫酸铝可增强其效果。

3. 酸值的影响

pH 值对树脂的成熟和在纸张中的留着率有很主要的影响。

脲醛树脂在贮藏和配制树脂液时，为保持其良好的稳定性和避免树脂分子过早迅速聚合，须控制 pH 值在 7 以上。但为使树脂迅速凝聚而存留在纸浆上，在加入树脂前，纸浆的 pH 值应控制在 4.0~4.5，并应加入一定量硫酸铝以使树脂充分留着。

在使用三聚氰胺树脂液前，纸浆 pH 值也应控制在 4.0~4.5；施加树脂液后，纸浆 pH 值仍不应低于 4.0~5.0。如果纸浆 pH 值控制适当，则可使树脂强固地留着在纸浆上。

4. 残余化学物质的影响

纸浆在施加树脂前必须充分洗净，如浆料中含有至少少量蒸煮废液、未洗净氯化物或残氯等也会影响树脂的效果。

(十) 湿强度损纸的重新利用

经湿强度树脂处理后的损纸，即使经过长时间的浸水和打浆，也很难使纤维充分离解。但在酸性介质中能促进树脂键的分解，因此湿强度纸必须在较高温度和较低 pH 值下处理成纸浆，而一般的蒸煮对湿强度纸的纤维并无离解作用。用脲醛树脂处理过的损纸在 85℃ 和约 pH 值 4.5 条件下，很易离解成纤维。而三聚氰胺树脂处理过的损纸则须在较剧烈的条件下始能离解，处理三聚氰胺树脂的两种方法如下：

1. 用水力碎浆机添加硫酸铝的方法

这种方法的主要设备是一台带盖的水力碎浆机，在其中加入损纸和水并添加一定量的硫酸铝，通汽加热，并在低压下开动绞刀进行剧烈处理，这样就可将三聚氰胺处理的损纸离解。

这种方法的一个生产实例如下：

(1) 生产流程

生产流程示意图如图 10-6-3 所示。

(2) 主要设备

主要设备的规格尺寸如表 10-6-15 所示。

(3) 主要工艺条件

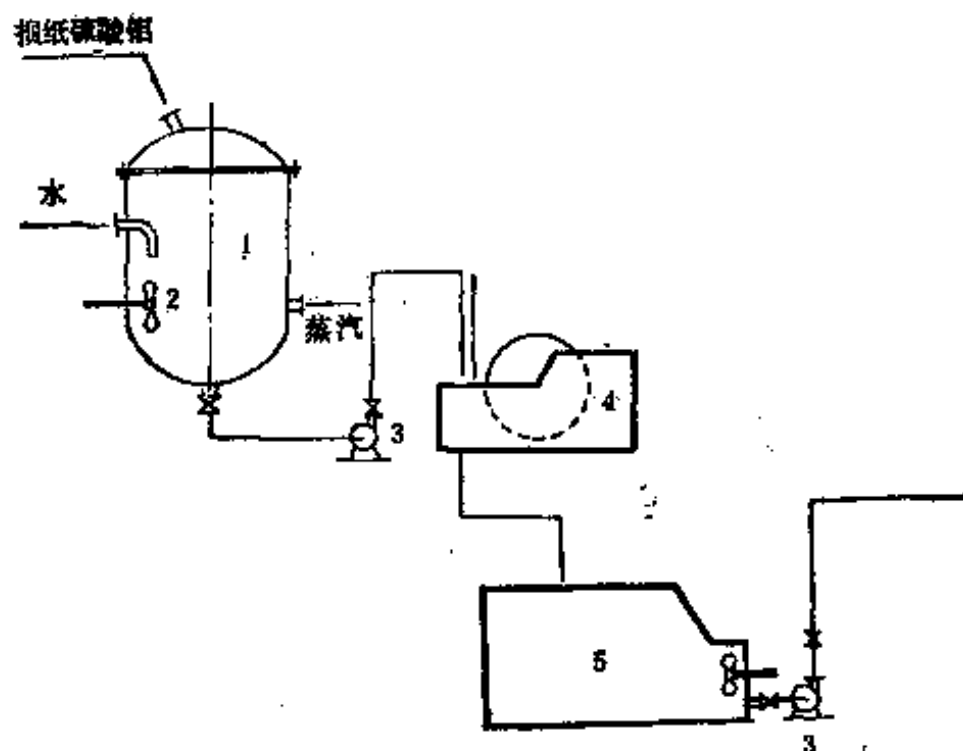


图 10-6-3 用碎浆机处理湿强损纸的流程图

1—水力碎浆机 2—绞刀 3—浆泵 4—打浆机 5—贮浆池

表 10-6-15

设备名称	台数	容积(m ³)	材料和型式	电机功率(kV)
水力碎浆机	1	8	不锈钢	80
打浆机	1	5	不锈钢刀, 内衬瓷砖(带洗鼓)	62
贮浆池	1	40	内衬瓷砖	—
浆泵	1	—	普通浆泵	17

表 10-6-16

项 目	条 件
水力碎浆机装料量	300kg/锅
硫酸铝添加量	3.3% (对损纸)
水力碎浆机内纸料浓度	约5%
水力碎浆机内保持压力	约49kPa (约0.5kg/cm ²)
水力碎浆机处理时间	40min
打浆机疏解时间	不得少于40min

主要工艺条件如表 10-6-16 所示。

(4) 操作步骤

湿强纸损纸处理的操作步骤如表 10-6-17 所示。

表 10-6-17

步 骤	说 明
装 料	向水力碎浆机一边加水，一边加入损纸，装料量约为每锅300kg，加水至浸没损纸为止，总体积不超过6m ³ ，然后添加硫酸铝10kg
升温 and 保温	敞口开汽升温至水力碎浆机锅口大量冒气，随即关小汽门至压力为49kPa (0.5kg/cm ²) 以下，盖上盖板 保温40min
开动处理	开动水力碎浆机的绞刀处理40min
关汽停机泵入打浆机	先关汽再停绞刀，用浆泵将水力碎浆机内的纸料泵入打浆机
洗涤疏解	开动打浆机，边洗涤边疏解直至pH值 ⁻ >6和不存在大于1.5mm以上的纸片为止。洗涤和疏解时间不得少于40min

2. 损纸经加压蒸煮后再予机械处理

(1) 将损纸装入通常的回转式蒸煮锅中，加入大量的水（液比大于4:1）、并加入一定量的硫酸铝，在加压的条件下进行蒸煮。

(2) 蒸煮后的湿强损纸再在打浆设备中进行机械处理。

(3) 本方法与用水力碎浆机处理损纸相比较，其缺点是操作比较麻烦，并且在蒸煮过程中添加硫酸铝对蒸煮设备有腐蚀作用。

三、增 干 强 剂

(一) 概 述

纸料通过打浆或磨浆，纤维得到润胀、疏解和细纤维化，其比表面积和可塑性随而有较大的增长，有利于纸张在干燥过程中

取得更多的氢键结合，这是提高纸张物理强度的主要途径。

但是，提高打浆度必然会降低纸浆的滤水性能。润胀程度较大的纤维，在干燥过程中又易于发生收缩，导致皱折、皱纹等纸病的产生。

经高度打浆处理的纸料抄成的纸张，紧度较大，不透明度较差，可压缩性较小，吸湿性能较强，形稳性较差。另外，打浆或磨浆均需耗费大量电能，增加制造成本。

而在纸浆中添加增干强剂可以解决上述问题。

在纸料中添加增干强剂的作用和效果大体有：

(1) 由于提高了纤维间相互结合强度，对于相同打浆度的纸浆，可使成纸有较高的耐破度、耐折度和纸张强度，且撕裂度也能有所增加。

(2) 在不降低强度的情况下，可使用较高比例的废纸浆、草浆、阔叶木浆和磨木浆等来生产高级纸。

(3) 在不降低强度的情况下，可使用较高比例的填料。

(4) 保持纸张原有的用途，可降低纸张定量以节约纤维原料。

(5) 减少纸料需要的打浆时间，降低动力消耗，相对地也提高了打浆效率。

(6) 可使用较低打浆度的纸料进行抄纸，这样增加了纸料在纸机网部的滤水性，可提高车速，从而增加了产量，并在一定程度上节约了干燥用蒸汽量。

(二) 增干强剂的类型和应用效果

早期的增干强剂为淀粉、植物胶等天然产品，以后发展为淀粉衍生物、羧甲基纤维素等半合成产品，但均存在用量大，增强效率不够理想等缺点。50年后期，随着高分子聚合物引入造纸工业，才有较大的改观，首先发展了一种中等分子量阴离子型丙烯酰胺-丙烯酸共聚物，增干效果较好。近年来，又发展了一系列改性的聚丙烯酰胺，其中尤以胺甲基化或季胺盐化改性的阳离子型

聚丙烯酰胺，增干效果更为显著，对机械木浆、废纸浆也有良好的增强效率，可在各种不同 pH 值，甚至可在碱性介质中应用。

增干强剂大体可分为四类：

1. 植物胶类

植物胶类的增干强剂如表 10-6-18 所示。

表 10-6-18

名 称	种 类	使用和效果	备 注
植物胶	皂荚豆胶，刺槐豆 (Locust bean) 胶，古尔 (Guar) 胶	这类胶料加入浆内起着粘合作用，可以单独使用，也可以与淀粉配用。由于具有防止纤维絮凝作用，这类植物胶特别适用于用长纤维进行抄纸。在提高干强度的同时，也提高了纸张的匀度	这类胶料是从植物用温水浸去其中粘液而制得
改性植物胶	羟乙基皂荚豆胶	加入浆内可提高纸张的干强度，并在抄纸时可减少湿纸在压榨处的断头率，从而可以提高车速	这类胶料是将天然皂荚豆胶用环氧乙烷反应进行羟乙基化而得到的白色粉末状物质

2. 淀粉类

淀粉类的增干强剂如表 10-6-19 所示。

表 10-6-19

名 称	种 类	使 用 和 效 果
原淀粉		在纸浆中加用原淀粉，可以适当提高纸张的抗张强度、耐破度和耐折度，改进纸张的耐磨性能，并能增加纸张的挺度。但原淀粉的效果不太显著，一般不常使用
改性淀粉	阳离子淀粉	阳离子淀粉加入浆内除可以提高纸张干强度外，还有助于提高填料留着率和促进施胶效果
	阴离子淀粉	一种是磷酸酯淀粉，加入浆内可明显提高干强度，并且成本较低
	双醛淀粉	双醛淀粉可溶于硼砂和亚硫酸钠中作为表面施胶剂，这也可增加纸张的干强度
	羟烷基化淀粉	羟烷基化淀粉加入浆内可提高纸张的干强度

3. 羧甲基纤维素类

羧甲基纤维素类增干强剂主要有羧甲基纤维素和羟乙基纤维素。羧甲基纤维素溶入水，当加入纸浆中，能有效地提高纸张的干强度。由于羧甲基纤维素在水中的溶解度较大，易于随同白水流失，因此使用时应加硫酸铝作为助留剂。

4. 丙烯酰胺类聚合物

丙烯酰胺类聚合物的类型很多，见聚丙烯酰胺一节。在纸浆中添加改性的聚丙烯酰胺对增强效果很显著，这里仅举两个实例：

(1) 工厂生产实例一

对 6 种纸张品种进行了大型生产试验，所用阴离子聚丙烯酰胺(丙烯酰胺-丙烯酸共聚物)量均为 0.5% (对绝干纤维)，添加时的 pH 值范围是 4.2~4.7。添加聚丙烯酰胺对提高纸张干强度的实例数据如表 10-6-20 所示。

表 10-6-20

品种	定量 (g/m ²)	原料配比	试验目的	强度提高(%)			效果或其它
				耐破	耐折	裂断长	
条纹牛皮纸	60	100%硫酸盐木浆	提高耐破度	26	68	27.2	色泽加深，条纹清晰
牛皮卡纸	126	100%硫酸盐木浆	提高耐破度	30	140	10	纸页坚挺
铜版原纸	120	70%漂白木浆 30%漂白棉浆	提高纸页表面强度	35.5	224	21.2	提高纸页表面强度效果显著，施胶度提高
条纹牛皮纸	38	100%硫酸盐木浆	提高耐破度	24.4	37	27.5	纸页平整坚挺，施胶度提高
书皮纸	120	35%漂白棉浆 35%漂白木浆 30%漂白芒秆浆	提高耐折度	22.5	78.5	15	施胶度提高
打字纸	28	70%漂白木浆 30%漂白棉浆	提高裂断长度及施胶度	24	—	2.15	空白及加树脂施胶度均在1.0以上

(2) 工厂生产实例二

国外一些工厂应用阴离子聚丙烯酰胺的生产试验结果如表10-6-21所示。

表 10-6-21

	工厂A	工厂B	工厂C	工厂D	工厂E	工厂F	工厂G
纸机	长网机	圆网机	长网机	长网机	长网机	长网机	长网机
纸种	胶版纸 (5%高岭土)	挂面硫酸盐纸板	铝箔衬纸	证券纸	水果包装纸	牛奶瓶盖纸板	湿强细纱纸
浆种	亚硫酸盐浆	面层为亚硫酸盐浆, 内层为硫酸盐浆和废纸浆	漂白松木阔叶木硫酸盐浆和废纸浆	亚硫酸盐浆	未漂亚硫酸盐浆和硫酸盐浆	漂白松木阔叶木硫酸盐浆	未漂硫酸盐浆
树脂添加量(%)	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6
树脂留着率(%)	—	—	70	—	—	—	65
强度提高(%)							
耐破	25	24	16	16	25	17	15
张力	20	15	16	21	—	—	15
耐折	100	—	100	200	—	—	—

四、助 留 剂

(一) 概 述

助留剂的目的是用以提高纸张中细小纤维和填料的留着率。

有人认为, 如果造纸机采用白水封闭循环系统或者有白水回收设备, 就不需要使用助留剂。事实上, 这个概念是不正确的, 使用助留剂可使白水中细小纤维和填料含量减少至最低值, 才能使白水封闭循环系统正常运行或使白水回收设备发挥最大效率。否则循环回用的白水浓度越来越高, 会使管道、机架、辊筒积聚

结垢、沾污毛毯，最终影响到纸机正常运转。

(二) 助留剂的种类

早期使用的助留剂有硫酸铝、铝酸钠等无机物，其效果不明显。以后演变为半合成水溶性产物，如阳离子淀粉、羧甲基纤维素等，虽有一定的助留效果，但用量较大。目前使用的助留剂大

表 10-6-22

种 类	作 用
硫酸铝	造纸工业中常用的硫酸铝在抄纸中实质上起着助留作用。另外，硫酸铝与淀粉配合使用再加入少量 NaOH 或 Na_2CO_3 ，能构成凝胶体，也起助留作用
铝酸钠	可作为松香胶的沉淀剂，也起助留作用
硅酸钠	即水玻璃，加入浆内可起到助留作用
氯化铝	可作为松香胶的沉淀剂，也起助留作用
动物胶	如骨胶、皮胶起着助留作用
植物胶	古尔胶(Guar gum)、刺槐豆胶(Locust gum)等除可提高强度外，也起着助留作用
阳离子淀粉	用叔胺型、季胺型醚化剂处理淀粉使其具有阳离子电荷，经糊化后加入浆内，除提高强度外，尚有助留作用，且可减少废水污染
羧甲基纤维素	在纸浆中添加羧甲基纤维素能有效地提高细小纤维和填料粒子的留着率，但用量较大
聚丙烯酰胺	聚丙烯酰胺为良好的助留剂，可显著提高填料和细小纤维留着率
聚乙烯亚胺	除可用于湿强剂外，也可作为助留剂
聚乙烯亚胺-环氧氯丙烷	可作为填料的助留剂，纤维的絮凝剂等，这些性质和应用可由改变聚乙烯亚胺与环氧氯丙烷的比例而得到不同的产品来达到
聚胺基酰胺	为微黄色液体，可作为填料和细小纤维的助留剂、纸料的助溶剂，无需添加硫酸铝就能发挥其效能
聚胺	为液体，可作为填料和细小纤维的助留剂，纸料的助溶剂
聚乙烯胺	为黄棕色液体，适用于纸板、废纸回用和不施胶或轻施胶的印刷纸的助留剂

多为高分子聚合物，它们的特点是用量少，效率高。

造纸工业中使用的一些助留剂如表 10-6-22 所示。

(三) 阳离子淀粉作为助留剂的效果

通过试验，一种季铵烷基型阳离子淀粉 CS₅(用 5% 醚化剂醚化的阳离子淀粉)和 CS₁₀(用 10% 醚化剂醚化的阳离子淀粉)对填料、细料留着率的影响如表 10-6-23 所示。

表 10-6-23

		52克/米 ² 仪表记录纸			80克/米 ² 胶版印刷纸		
		灰分, %	留着率, %	增长, %	灰分, %	留着率, %	增长, %
空 白		8.13	51.62	—	11.37	56.51	—
天然淀粉, %	0.5	8.43	53.52	1.9	11.85	58.90	2.39
	1.0	8.64	54.88	3.24	12.43	61.78	5.27
	2.0	8.70	55.24	3.62	12.58	62.52	6.01
CS-5 阳离子淀 粉, %	0.5	8.94	56.76	5.14	13.77	68.44	11.93
	1.0	9.43	59.87	8.25	14.74	73.26	16.75
	2.0	9.50	60.32	8.76	14.80	72.56	16.05
CS-10 阳离子淀 粉, %	0.5	10.62	67.43	15.81	15.71	78.08	21.57
	1.0	12.40	78.73	27.11	17.93	89.11	32.60
	2.0	11.89	75.49	23.87	17.58	87.38	30.87
备 注		仪表记录纸: 配比63%漂白硫酸盐针叶木浆, 37%漂白硫酸盐桉木浆, 滑石粉20%, 加填后成浆灰分15.75			胶版印刷纸: 配比50%漂白硫酸盐针叶木浆, 50%漂白硫酸盐桉木浆, 滑石粉23%, 加填后成浆灰分20.12%		

(四) 聚丙烯酰胺作为助留剂的效果

1. 用于木浆对提高填料留着率的影响

在用木浆抄纸的生产过程中，添加分子量较高的聚丙烯酰胺

可显著提高填料留着率。不同分子量的阴离子型聚丙烯酰胺对填料留着率的影响如表 10-6-24 所示, 其成浆为 100% 漂白亚硫酸盐木浆, 40°SR, 硫酸铝 1.5%, 滑石粉 20% (滑石粉加入量可能不足), 聚丙烯酰胺加入量 200ppm。

表 10-6-24

聚丙烯酰胺 原分子量	水解度 (%)	成浆灰分 (%)	成纸灰分 (%)	留着率 (%)	白水浓度 (g/L)
—	—	15.29	10.17	86.51	0.995
92万	8.18	15.29	11.37	76.36	0.605
262.7万	7.03	15.29	12.83	83.91	0.525
525万	10.93	15.29	14.21	92.94	0.226

2. 用于草浆对提高填料留着率的效果

根据工厂实际经验, 在草浆厂的生产过程中添加分子量较高的聚丙烯酰胺对提高填料留着率的效果很显著, 添加 0.1% (以 10% 浓度计) 的聚丙烯酰胺就能取得良好的效果。

3. 用于草浆对节约浆料和填料的效果

节约浆料和填料可从白水浓度的降低来判断, 使用聚酰胺环氧树脂和聚丙烯酰胺后白水浓度的降低比较如表 10-6-25 所示。

表 10-6-25

助剂的种类和使用量	原来白水浓度, (g/L)	使用助剂后白水浓度, (g/L)
聚酰胺环氧树脂, 0.2%	3.6	2.58
聚丙烯酰胺, 0.13%	3.4~3.9	2.13~2.58

4. 对提高二氧化钛留着率的影响

使用价格较高的填料, 加用助留剂, 又有利于降低生产成本, 这也是近代的一个趋向。以生产字典纸为例, 加用助留剂可大幅度提高填料留着率, 如表 10-6-26 所示。

表 10-6-26

填料的种类或添加助留剂	填料留着率(%)
10% TiO_2	40
10% TiO_2 + 0.05% 聚丙烯酰胺 + 2% 硫酸铝	70

(五) 高分子聚合物作为助留剂的

添加注意事项

(1) 由于高分子聚合物兼有留着、滤水和絮凝三种作用，而前两者作用随着时间的延长而递减，后者则随着时间的增加而递增。为使得得到最大的留着和滤水效率，尽量减少絮凝现象，助留剂加入位置在与纸料均匀混合前提下，尽可能接近纸机网前箱，使湿纸页成形区能形成微絮凝物，而不使纸料絮凝，影响纸的匀度。

(2) 由于助留剂对离心泵的高剪切力影响很敏感，因此应采用柱塞式泵等输送装置，避免分子链长度的降解。

(六) 使用助留剂的经济效果

(1) 可提高纤维、细小纤维和填料（包括染料、松香胶、石蜡、植物胶）等的留着率，可使浆耗降低约 1~2%，填料留着率提高约 20%。

(2) 可降低白水回收系统的负荷，降低流失白水浓度约 40%，如此可降低废水中的盐类含量和 BOD 值，相应减少了排水污染。

(3) 在不增加絮凝剂等化学品用量下，可提高白水回收装置的效率。

(4) 纸机网部滤水性有所加快，提高进烘缸的湿纸页干度，使干燥部蒸汽用量适当降低，从而节约热能。

(5) 网前箱纸料浓度也有较多的降低（降低约 15~25%），对

高填料的纸来说，可减少铜网磨损和毛毯沾污。

(6) 有可能节约硫酸铝和松香胶等副料用量，可使白水系统中较低的酸度，相应减少腐蚀。

(7) 在封闭白水循环系统中，由于减少白水负荷，毛毯、铜网可保持清洁，从而使纸机可正常运行。

(8) 如能正确使用助留剂，对成纸的质量也可有所提高。例如，可以增加纸张不透明度、均匀度、印刷适印性、吸收性等，而松度、掉粉、纸页两面性则可降低。

五、助 滤 剂

(一) 概 述

作为助留剂使用的高分子聚合物，往往又能起助滤作用，这一点对于提高纸机的抄速具有极其重要的意义。加用助留剂或助滤剂，既能改进纸料的滤水性能，使适应高速纸机的需要，又能提高填料和细小纤维的留着率，并有助于改进成纸的匀度。有些浆种的滤水性能较差，加用聚合物助滤剂，有利于改进滤水性能，给提高造纸机车速创造条件。

(二) 助滤剂的种类

造纸工业中应用的一些助滤剂如表 10-6-27 所示。

表 10-6-27

种 类	性 质 与 作 用
聚丙烯酰胺	阳离子型聚丙烯酰胺可以有效地提高纸料的滤水性能
聚乙烯亚胺	阳离子型聚乙烯亚胺也是良好的助滤剂。例如，0.1~0.2% 的聚乙烯亚胺添加至pH值为7.0的云杉磨木浆中，其打浆度可由78°SR下降至50~60°SR，加入时纸浆的pH 值如为5.0，其打浆度可由73°SR下降至60~66°SR
聚酰胺-环氧树脂	聚酰胺-环氧树脂添加在纸浆内也可有效地提高其滤水性能

续表

种 类	性 质 与 作 用
聚甘露糖半乳糖	在纸浆中加入聚甘露糖半乳糖以后, 可以适当降低浆料的打浆度, 从而可以适当提高纸机车速
聚胺基酰胺	主要用作助留剂, 但也可用作加快纸浆滤水的助滤剂
聚乙烯胺	也可用作废纸回用或打浆度较高的亚硫酸盐木浆的助滤剂

(三) 聚丙烯酰胺作为助滤剂的效果

1. 用阳离子聚丙烯酰胺提高滤水效果表(10-6-28)

表 10-6-28

纸种和浆种	聚丙烯酰胺用量 (%)	打浆度(*SR)	打浆度下降率(%)
凸版纸 漂白草浆70% 漂白棉浆30%	—	70	—
	0.1	48	31.4
	0.2	38	45.7
	0.4	29	58.5
防油纸 未漂木浆100%	—	85	—
	0.1	67	21.1
	0.2	55	35.3
	0.4	45	47.1
打字纸 漂白木浆100%	—	70.5	—
	0.1	56	25.6
	0.2	50	29.0
	0.4	46	34.7
打字纸 漂白云香竹浆 100%	—	80	—
	0.1	35	41.6
	0.2	31	48.3
	0.4	24	60.0
单面胶版纸 漂白木浆25%, 漂白 竹浆25%, 漂白草浆 10%, 漂白棉浆10%, 漂白芒秆浆10%	—	57	—
	0.05	37	35.1
	0.1	30	47.3
	0.2	22	63.1

2. 添加阳离子聚丙烯酰胺生产试验实例

纸种：凸版纸

配比：漂白草浆 70%，漂白棉浆 30%。

阳离子聚丙烯酰胺用量：0.15% (对绝干纤维)

加入地点：旋翼筛出口，多管进浆的入口。

使用效果如表 10-6-29 所示。

表 10-6-29

项 目	效 果
纸机车速	从117m/分提高到130m/分，总汽压不变
裂断长	由3070m增至3760m
白水浓度	由2.62g/L降至2.52g/L
成纸灰分	由15.4%提高到17.36%

(四) 聚酰胺环氧树脂作为助滤剂的效果

聚酰胺环氧树脂可以有效地作为纸浆的助留剂和助滤剂。用聚酰胺环氧树脂对不同浆料进行试验，提高滤水的效果如表 10-6-30所示。

表 10-6-30

浆 种	聚酰胺环氧树脂用量(%)	打浆度下降率(SR%)
漂白稻草混合浆70% 漂白棉浆30%	0.2%	24
漂白稻草浆 100%	0.2%	31
漂白云香竹浆100%	0.2%	30
未漂亚硫酸盐木浆100%	0.3%	21
漂白棉浆100%	0.3%	20

六、消 泡 剂

(一) 概 述

纸浆中如含有较多细小气泡，势必会导致泡沫的形成。消除或控制泡沫有两种方法，一种是化学法，即添加化学消泡剂，这种方法广泛应用在制浆造纸工业中。另一种是机械法，其中包括真空、离心分离或水喷射等。

(二) 消泡剂性能

表 10-6-31 概括了消泡剂能起作用的途径。要控制泡沫可以应用其中的一种或几种方法。

表 10-6-31

作 用	方 法
降低泡沫稳定剂的效力	1. 化学反应 2. 非极性溶剂
置换泡沫形成体	1. 偶合表面活性剂 2. 极性溶剂
降低泡沫稳定性	1. 提高表面张力 2. 降低表面粘度 3. 减少氢键
形成局部薄弱点	1. 低表面张力点 2. 憎水固体

上表的说明：

(1) 消泡剂能借直接化学反应形成不能稳定泡沫的产物，来降低泡沫稳定剂的效力。一种比水密度小并且不溶于水的非极性溶剂，将会散布在水面上，形成新的表面，而导致泡沫的破坏。这些溶剂仅仅对表面泡沫有效，而对于分散泡沫则无效。

(2) 泡沫形成体可以被其它偶合的表面活性剂来代替，也可

以用极性溶剂如酒精等将其从气泡壁上除去。

(3) 降低泡沫稳定性可以通过增加表面张力、降低表面粘度或减少氢键的办法来完成。

(4) 消泡剂可以含有能形成局部薄弱点或低表面张力点的憎水固体。有薄弱点的泡沫气泡，很容易破裂。

(三) 消泡剂的种类

消泡剂的种类如表 10-6-32 所示。

表 10-6-32

类 别	名 称	性 能
油 类	煤油、柴油、汽油、烃类油	为老式消泡剂，可用于网前箱等处进行消泡。这些油类的质量较水轻，非表面活性，并不溶于水。当加入浆料悬浮液中，能扩展至水的表面，并形成新的表面，使泡沫层溃裂
	硅油	低分子量的硅油也可用作消泡剂
高 碳 醇	仲辛醇	消泡效果显著，需乳化后才能使用，但用量较多时，在浆料中会出现白点
	丁醇	对于消泡也有一定效果
油型消泡剂： (大多为环氧乙烷和 脂肪酸或脂肪醇的缩 聚物)	MPO消泡剂	生产实践表明，MPO 消泡剂的消泡能力为柴油的10倍以上，但由于其具有较大的疏水性，有可能在纸面上形成油点和影响施胶度，从而不能用于白纸和优质纸中
乳液型消泡剂		与传统的消泡剂不同，不含任何矿物油或油型组分，为一种聚醇醚型，用适当表面活性剂经高压均浆泵乳化而成。这种新型消泡剂具有优越的消泡和改善纸页成形的功能，适应pH值(4.0~10.0)范围较广，对施胶度无影响，不会在纸面上产生污点等优点
蓖麻油及其衍生物	磺化蓖麻油	由蓖麻油制成，又称太古油或土耳其红油对消泡有一定效果
	羟乙基化的蓖麻油	对消泡有一定效果
	羟丙基化的蓖麻油	对消泡有一定效果

(四) 消泡剂在抄纸中的应用

正确选择加入地点，可取得最佳的消泡效果，对未漂纸浆通常可直接加入在经泵输送后的浆料中。纸机系统则以加入在网下接水盘为宜，一般应与网前箱有一定的距离，以使纸料在消泡后再上网，从而可以保证纸页成形和成纸质量。

七、防 腐 剂

(一) 概 述

腐浆常以一种黄色或黑色的胶体积聚体形式粘附在造纸系统管路内壁、浆槽、筛浆机内，以及纸机的湿部如长网纸机网部的沿边部分、圆网机的网槽箱壁部分、白水盘和回水系统等处。尤其是由于纸机车速日益提高，纸机结构日趋复杂、化学助剂广泛使用，废纸配比增加，加以采用白水封闭循环等原因，在纸机系统的各种设备和管道等，极易积聚沉积物和结垢，并易滋生腐浆。

为保持纸机较长时间正常运转，应加入少量合适的防腐剂，以有效抑制或消灭微生物。

防腐剂的作用如下：

- (1) 使微生物(细菌)的蛋白质变性。
- (2) 消灭微生物细胞活力，使其死亡，并起到不可逆转作用。
- (3) 干扰细胞功能，使发生异常变化，而抑制其繁殖生长。
- (4) 干扰遗传机理。

(二) 防腐剂的选用

考虑到环境污染等问题，选用的防腐剂应符合低毒、高效杀菌性等要求，一般说来，防腐剂的要求如表 10-6-33 所示。

在试验和选用防腐剂前，首先应从纸机网前箱、白水盘或回水沟中取样，进行微生物培养，分析检查微生物的菌种。然后在

表 10-8-33

项 目	要 求
效 能	应高效, 有较高的控制腐浆能力, 一般抑菌浓度为15~30ppm, 杀菌浓度为50~100ppm
毒 性	毒性应低, LD_{50} 在500mg/kg (以苯酚为标准) 时, 为中毒; 大于1,000mg/kg为低毒
生物降解性	应易于分解, 排放后经一段时期或在某一特定pH值范围内, 最终会自行分解成无害物质, 对环境安全, 不致造成污染
水 溶 性	应有较好的水溶性或醇溶性, 最好为液体, 可用水或醇稀释后直接加入
其 他	应有较广的抑菌谱, 对多种细菌、真菌等都有强烈杀菌作用

相同地点取得浆样, 直接加入不同浓度的不同防腐剂, 在约30℃下保温作用6h, 接种到培养基上, 观察3~10天, 以检定抑菌生长的效果, 从而选用最适当的防腐剂。

在选用最佳防腐剂时, 还应考虑:

(1) 尽可能选用杀菌谱较广的防腐剂。

(2) 如长期使用应考虑两种或几种防腐剂交替使用, 避免微生物产生耐药性。

(3) 如加入至包装或接触食品的用纸时, 应重点考虑其毒性和最大容许使用量。

(4) 注意 pH 值对杀菌的影响, 一般细菌嗜碱 (pH6.5~7.5)、要选用酸性防腐剂; 真菌嗜酸 (pH5.5~6.5), 要选用碱性防腐剂。

(三) 防腐剂的种类

造纸工业早期多采用氯, 氯胺等传统消毒剂作为防腐剂、灭菌效率不高。后改用重金属盐(如汞盐、锡盐)和氯酚类化合物, 确有显著杀菌效果, 但毒性高, 易污染水源, 为此目前大都已禁止使用。

当前使用的防腐剂大都为有机溴型、有机硫型或含有氰硫基

(thiocyano-SCN)、氢硫基(或称巯基 (mercapto-HS-)以及咪唑型(imidazole)、噻唑型 (thiozil) 的杂环化合物; 具有高效、低毒、生物降解性好等特点, 现已在高速纸机、中性纸生产等方

表 10-6-34

名 称	学 名	性 能 和 用 途
广谱杀菌剂 CY-I 型	4-异噻唑啉-3-酮盐酸盐	两者按一定的比例配制, 性质是水溶性、高效、低毒, 能杀死及抑制细菌、真菌、粘液质, 加入于纸机贮浆池
SLC-306	2,2-二溴-3-氨基丙酰胺	白色颗粒, 有广泛杀菌谱, 并有强烈杀菌作用, 低毒, 良好的水溶性, 加入于白水循环系统中
SLC-3100	5-氯-2-甲基-4-异噻唑啉-3-酮、氯化钙:2-甲基-4-异噻唑啉-3-酮、氯化钙=3:1	淡黄色透明液体, 有广泛杀菌谱, 并有高的杀菌率, 低毒, 先用乙醇稀释, 再加入纸浆中, 有良好分散性, 加入于纸机贮浆池
SLC-1600S	双(溴甲酸甲酯)	淡褐色透明液体, 低毒, 对细菌、真菌、酵母等多种微生物均有强烈的抑菌和灭杀作用, 加入于纸机贮浆池
SLC-3500	亚甲基双硫代氰酸酯	淡黄色透明液体, 低毒, 有较好的杀菌作用, 在较低液度下能有效抑制微生物生长, 加入于纸机贮浆池
有机溴化物	2'-羟乙基-2,3-二溴丙烯酸酯	是一种防腐剂
有机硫化物	2-(硫氧甲基硫化) 苯并噻唑	是一种防腐剂
溴化铵	溴化十六烷基三甲基铵	为白色固体, 可溶于水, 是一种阳离子表面活性剂, 对一些细菌有一定的抑制能力
五氯酚钠	五氯酚钠	是一种防腐剂, 在纸机正常运转时加入的效果较好, 由于有些污染作用, 只能作为辅助防腐剂
季铵化合物		是一种表面活性剂, 具有许多杀菌性质, 且兼有杀菌作用, 季铵化合物作为防腐剂, 其浓度要求高一些
多菌灵简称 BCM	苯并咪唑胺基甲酸甲酯	能溶于强酸, 不溶于水, 可制成盐酸盐的型式呈酸性后便可溶于水, 它多作用为表面涂布的涂料的防腐剂

面得到广泛应用。

目前常用的防腐剂如表 10-6-34 所示。

(四) 添加方法

防腐剂的添加方法一般有三种，如表 10-6-35 所示。

表 10-6-35

添加方法	使用 和 效 果
连续添加	在纸料或白水系统中连续加入防腐剂。这种方法在低浓时，不能得到期望的抑菌效果。浓度高，则不经济
一次加入	在纸料或白水系统中一次投入总防腐剂量。开始时，药剂浓度高，有一定的抑菌效果，但随着新配纸料和清水的不断加入，药剂浓度也逐渐降低，很难保持较长时间的杀菌效率
间歇加入	即定时定量的间歇加入。在防腐剂停加后，生菌数又复上升，但到达一定生菌数时，再重新添加防腐剂，这样可控制微生物增殖水平，不致造成腐浆障害。因此，一般认为，间歇加入最经济有效

防腐剂的抑菌浓度是对总纸料量(包括纸浆和水)而言，因此如在较高纸浆浓度处加入防腐剂，可减少其用量。一般认为，在纸机贮浆池(浆浓 3%)或调浆箱处加入较为适宜，此外，白水坑和网前箱壁处极易积聚附着腐浆，因此，也可将药剂直接加入白水坑，使迅速见效。因废纸含菌量高，也有将药剂加入废纸浆中，以抑制细菌繁殖，减少腐浆形成的可能性。

八、防 水 剂

(一) 概 述

用松香胶等施胶后的纸张虽能延迟水对纤维的渗透能力和对某些液体(如书写墨水等)具有相当的抗阻能力，并足以满足一般书写、印刷用纸的使用要求。但对于某些需具有高度拒水性产品，如防水砂纸、涂塑照相原纸、某些食品包装纸(如包面包纸等)以及一些用于包装粘状和吸湿性物质(如生橡胶、沥青等)的包装纸，

就不能仅用松香胶进行施胶来达到目的，而需使用其他高度拒水性物质进行处理，以便获得有效的防水效果，这就是应用防水剂的主要目的。

(二) 防水剂的种类

造纸工业中应用的防水剂如表 10-6-36 所示。

表 10-6-36

种 类	性 质 和 作 用
石蜡	石蜡可制成蜡乳液加入浆内或热溶涂布作为防水剂
有机硅	有机硅是一种有效的防水剂，可有多种应用方式，例如加入浆内、表面施胶，加工涂布及蒸汽施胶等处理后均有一定的防水效果
烷基烯酮二聚体	烷基烯酮二聚体的性质详见内部施胶一节。烷基烯酮二聚体用于表面施胶主要作为防水剂
硬脂酸氯化铬铬盐	也是一种防水剂
氯偏树脂	学名偏二氯乙烯，其成分为偏氯乙烯65%，氯乙烯30%，丙烯酸丁酯5% 氯偏树脂可加入浆内作为防水砂纸的防水剂
聚酰胺环氧氯丙烷	聚酰胺环氧氯丙烷是由二乙烯三胺、乙二酸、环氧氯丙烷配制而成 聚酰胺环氧氯丙烷可加入浆内作为涂塑照相原纸的防水剂

九、树脂控制剂

用亚硫酸盐木浆或磨木浆为原料生产纸和纸板，在生产过程中大多数会遇到树脂障碍问题，这在一般情况下是以树脂点形式出现的。这种树脂在木浆的打浆过程中自纤维中游离出来，并易集聚成一个呈阴电荷颗粒的悬浮物，能沉淀粘附于打浆设备、浆泵、贮料槽等设备的表面，而较小的树脂点可能通过筛选，随后在抄纸过程中堵塞铜网，沾污毛毯，并可能粘附于烘缸和压光机

表面，在纸和纸板上造成黑点。这些树脂点不仅降低成纸表面质量，并会使纸张裂开和降低产量。当然，在大量树脂粘附于纸机各部分设备，会造成树脂障碍，是不可能进行正常生产的。

树脂控制剂可抑制树脂凝聚或沉淀，它的主要种类如表 10-6-37 所示。

表 10-6-37

种 类	作 用 和 效 果
硫酸铝	硫酸铝可起软化硬水的作用，也能控制树脂障碍，即在加入硫酸铝后，纤维素纤维呈阴电荷，而树脂颗粒产生阳电荷，这样可使树脂颗粒紧密吸住在纤维表面，而不致折出带入抄纸系统中
滑石粉、高岭土、硅藻土等	作为填料的滑石粉、高岭土等加入纸浆中可减少树脂障碍的程度。它们是包围或吸附树脂的单体颗粒，并使之稳定悬浮于纸浆液中，而阻止颗粒间相互粘合或粘附沉淀于打浆机或纸机各部件的表面
六偏磷酸钠	六偏磷酸钠的用量可约为 0.05~0.5% (对纸浆量)，通常溶解后即可直接加入于纸浆中。它对亚硫酸盐浆的效果并不大，但对磨木浆却有显著的效果
次甲基双羧磺酸钠	是一种阴离子扩散剂，加入浆料中可有效的使树脂单体颗粒分散和减少树脂颗粒相互凝聚或沉淀。其用量约为 0.3~1.0% (对纸浆量)，适当加温是有利于控制树脂障碍的效果的
木素磺酸钠盐	也是一种树脂控制剂

十、阻絮凝剂(纤维分散剂)

用来减少纤维絮凝、改进纸料成形的添加剂，称为阻絮凝剂，或称纤维分散剂。

对于使用长纤维抄纸，无论在以前的手工抄纸，还是在目前的机械化抄纸，均必须使用阻絮凝剂，才能使成纸组织匀度好，而不致使长纤维产生绕结和并条等现象。当然，阻絮凝剂并不仅适用于抄造长纤维纸，例如，低打浆度的工业滤纸加入阻絮凝剂粘液后可使孔径均匀；餐巾纸、面巾纸、高档卫生纸等高级生活用纸加入聚

氧化乙烯后,在提高匀度的同时,还可使纸质柔软,起皱均匀等。

阻絮凝剂的功能与应用如表10-6-38所示。

表 10-6-38

功 能	应 用
提高成纸匀度	需要在纸料内添加一种能使纤维充分分散、减缓絮凝的添加剂以达到提高成纸匀度的目的
增加水溶液的粘度	可增加水溶液的粘度,以使纸料有良好的悬浮性,而不致过快沉降
吸附在纤维表面	可吸附在纤维表面,形成一层滑而不粘的水合膜,作用类似润滑剂,以阻止纤维絮聚
有一定的热解性	良好的阻絮凝剂还要求有一定的热解性,即阻絮凝剂随温度的上升而逐渐分解,粘度也相应下降。这样,阻絮凝剂很少残留在已干燥的纸页上,不会因使用阻絮凝剂,而影响纤维的原有性能

各种阻絮凝剂都可用水调制成粘稠胶体溶液,用手往上捞,有很长的泄丝性,所以习惯上简称为“粘液”。根据来源不同可分为植物粘液和合成粘液。

造纸工业中常用的阻絮凝剂如表10-6-39所示。

此外,尚有由黄蜀葵、猕猴桃藤等天然植物中浸取的植物粘液等。

表 10-6-39

项 目	来源和性质	效 果
刨花楠 (榆木)	使用时将刨花楠刨成薄片,用水浸泡,缓缓搅动,可浸出粘液。浸泡的水温可保持在25℃以下,浸泡时间以4~12h为宜。使用前需通过滤袋进行过滤	不仅可避免产生纤维絮凝、并条、缠绕等现象,还可显著改善成纸匀度
糯叶	糯叶是一种树木的叶子,春秋两季采摘,采后晒干加工成粉,然后包装运输 糯叶粘液的制备是将糯叶加水在58~62℃下进行煮制4h,再稀释至一定浓度备用	效果同上 糯叶粘液还可与部分水解聚丙烯酰胺溶液混合使用,如浓度配比适当,混合后的粘液粘度会比原来糯叶粘液的或水解聚丙烯酰胺的都要高

续表

项 目	来源和性质	效 果
聚氧化乙烯	又称聚环氧乙烷, 简称PEO, 是由环氧乙烷经催化而成的不同聚合度的高分子物质。用作阻絮剂的聚氧化乙烯, 分子量不宜低于300万。分子量在200万以下时, 用量要成倍增加。低于50万时, 完全失去使纤维悬浮和阻止絮凝的效果	作为阻絮剂对提高纸机车速和改善纸张匀度有较好效果。生产薄纸, 如卫生纸添加聚氧化乙烯, 可使用较低打浆度的纸料, 效果相当显著。缺点是在强烈剪切下, 以及放置时间较长和遇到较高温度, 则会产生分子量下降、粘度降低和分散能力下降等问题
部分水解聚丙烯酰胺	简称PHP, 由聚丙烯酰胺水溶液经加碱水解制得, 也可将丙烯酰胺与丙烯酸单体按一定摩尔比直接聚合而成。共聚体中引入羧基, 不仅可增加水溶性, 且使其呈阳电荷, 有利于纤维分散。溶液粘度是使纤维悬浮的主要因素, 高分子量聚合物有较高的粘度, 利于纤维悬浮	根据生产实践认为, 适用作阻絮剂的PHP, 其分子量不应低于700万; 水解度(丙烯酸含量)20~30%, 溶液的稳定性较好, 一般不受加热和高剪切力的影响。PHP不像植物粘液容易变质发臭, 可以回收后多次回用, 对提高长纤维纸强度和降低成本都是有好处的
海藻酸钠	是从马尾藻与昆布等提取出的海藻酸的钠盐。海藻酸钠在结构上与纤维素相似, 是水溶性的, 其水溶液呈高度胶粘性	海藻酸钠是一种强烈的亲水胶体, 阻絮效果很显著, 并且在搅拌下仍能保持稳定的粘度

十一、聚丙烯酰胺

(一) 概 述

聚丙烯酰胺 (Polyacrylamide, 简称 PAM) 是一种高分子有机聚合物, 它是多功能水溶性的、并具有高分子聚合物的线性、溶于水和高分子量等特性。

聚丙烯酰胺是一种成熟的造纸化学助剂, 国内外均已应用于生产实际。根据分子量的不同, 在造纸工业中聚丙烯酰胺可用作干强剂, 助留剂, 助滤剂和絮凝剂。

未经改性的均聚聚丙烯酰胺在一般情况下不能直接与纸浆纤维起作用, 必须含有一定数量的能加强树脂吸附性的取代基, 即对聚丙烯酰胺进行改性。丙烯酰胺与取代基结合的类型和方法可以有不同的变化, 取代基可以是阴离子型、阳离子型, 或二者任

意混合的两性型的。由于取代基的类型不同,电荷密度不同,聚丙烯酰胺的应用特性也有不同。此外,纸浆原料不同,制浆方法不同,水质不同,造纸机的车速不同,所表现出来的效果也有很大差异。

(二) 产品类型和分子式

聚丙烯酰胺的类型和分子式如表10-6-40所示。

表 10-6-40

类 型	分 子 式
非离子型	$\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-]}_n \\ \qquad \qquad \\ \text{CONH}_2 \quad \text{CONH}_2 \end{array}$
阴离子型	$\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-]}_n \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{COONa} \quad \text{CONH}_2 \quad \text{COONa} \end{array}$
阳离子型	$\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-]}_n \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \quad \text{CONH}_2 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
羟甲基化 (非离子型)	$\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-]}_n \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{CONHCH}_2\text{OH} \quad \text{CONH}_2 \quad \text{CONHCH}_2\text{OH} \end{array}$
乙二醛化	$\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-]}_n \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH} \qquad \qquad \text{CONH}_2 \qquad \text{NH} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{CHO} \qquad \qquad \text{CHO} \qquad \qquad \text{CHO} \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{CHO} \qquad \qquad \text{CHO} \qquad \qquad \text{CHO} \end{array}$
季胺盐化 (阳离子型)	$\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-]}_n \\ \qquad \qquad \\ \text{CONH} \quad \text{CONH}_2 \\ \qquad \qquad \\ \text{R-N-R} \\ \\ \text{R} \end{array}$
磺甲基化 (阴离子型)	$\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-]}_n \\ \qquad \qquad \\ \text{CONH} \quad \text{CONH}_2 \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_3\text{-C-SO}_3\text{Na} \end{array}$

(三) 聚丙烯酰胺的物理性质

聚丙烯酰胺的物理性质如表10-6-41所示。

表 10-6-41

项 目	性 质
在水中的溶解度	在机械快速搅拌下，聚丙烯酰胺很易溶于冷水中而形成透明的胶粘溶液。提高温度并不影响其溶解度，仅在溶液浓度增至高粘度时，其溶解才会受到限制
其他溶解性	聚丙烯酰胺在甘油、乙二醇、甲醛、冰醋酸和乳酸（这些物质可用作聚丙烯酰胺复膜的增塑剂）等溶剂中，有1%以上的溶解度。在丙酸、丙二醇等溶剂中仅能膨润而不溶解，不能溶于丙酮和己烷等溶剂中
稳定度	聚丙烯酰胺有中等程度的吸湿性，若不暴露在高湿度的地点，则粉末状的聚丙烯酰胺可长期贮存。对于液体聚丙烯酰胺，当其浓度大于17%时，可贮存一年以上，而溶液粘度并无显著变化。在pH值3~9范围内，能维持有良好的稳定度；在较高pH值时，则粘度会有逐渐增加
混容性	在通常使用的浓度下，聚丙烯酰胺可与大多数天然或合成水溶性树脂、大多数胶乳系统和大多数盐类具有混容性。聚丙烯酰胺还可与非离子型、阳离子型和阴离子型表面活性剂迅速混容，但某些表面活性剂可能影响其粘度
粘度	聚丙烯酰胺溶液的粘度与其分子量呈线性关系，另外，温度越高，则粘度越低
特性粘度	聚丙烯酰胺的分子量增长，则其特性粘度增大
离子性	聚丙烯酰胺的长链上带有羧基就是阴离子型，带有胺基就是阳离子型。由于聚丙烯酰胺的长链上有羧基或胺基，则遇到铝离子就易于絮凝
留着性	聚丙烯酰胺与皂型松香胶的留着趋势是一致的，但前者的留着率高
毒性	聚丙烯酰胺本身没有毒性，但其中如含有尚未聚合的单体（有双键）对人体就有毒性。为此在生产制备终了时，应添加一定量的碳酸氢钠以去掉剩余的单体

(四) 聚丙烯酰胺的应用

聚丙烯酰胺主要用作干强剂、助留剂、助滤剂和絮凝剂等，大体情况如表10-6-42所示。

表 10-6-42

用 途	适用的类型	分 子 量	大致添加量
干强剂	阴离子型 阳离子型	中等 低	5~10kg/吨纸
助留剂	阳离子型 阴离子型	中等 高	0.1~0.375kg/吨纸
助滤剂	阳离子型	中等	0.15~0.75kg/吨纸
絮凝剂 (用于废水净化)	非离子型 阳离子型	极高 极高	1~2ppm
中性施胶 (代替硫酸铝)	阳离子型	低~中等	0.01~0.03%

(五) 聚丙烯酰胺的溶解和添加

1. 添加位置

由于高分子聚合物兼有留着、滤水和絮凝作用，前两种作用随着时间的延长而递减，后者则随时间的增加而递增，因此助留剂加入位置在与纸料均匀混合前提下，应尽量接近网部，不使产生絮凝，以免影响纸页匀度。

2. 溶解和添加

(1) 型式一

一种液体的聚丙烯酰胺的溶解和添加如图10-6-4所示。

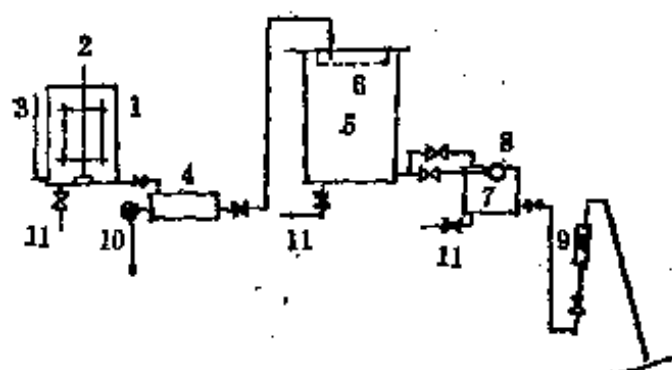


图 10-6-4 一种聚丙烯酰胺的添加工艺流程图

1—稀释桶 2—搅拌器 3—液位管 4—输送管 5—贮存桶 6—过滤筛 7—稳位槽 8—浮球 9—流量计 10—空压阀 11—排污阀

这种添加装置主要由搅拌稀释、空气输送、贮存、稳定液位及计量施加等五个部分组成。

(2) 型式二

由于高分子聚合物对离心泵的高剪切力影响很敏感，为此对于聚丙烯酰胺等高分子聚合物可采用柱式泵等输送装置以避免分子链长度的降解。

一种添加聚丙烯酰胺装置的流程如图10-6-5所示。

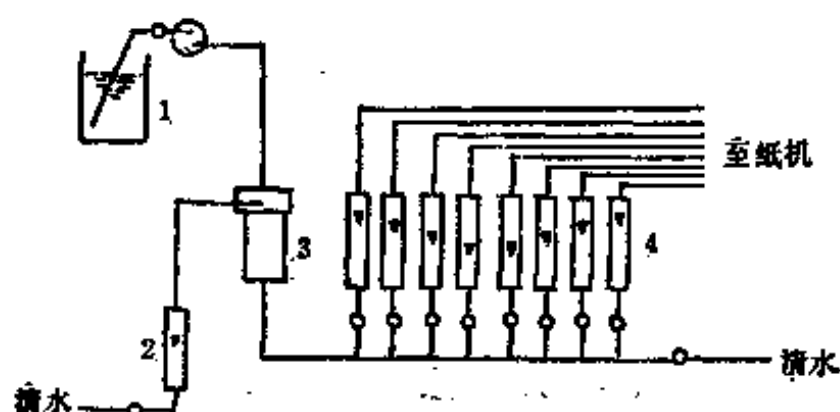


图 10-6-5 一种添加聚丙烯酰胺溶液的装置示意图

1—已溶解的聚丙烯酰胺溶液槽 2—转子流量计
3—喷射式混合器 4—柱塞式计量泵

这种装置包括有柱塞式计量泵、喷射式混合器和一组转子流量计，利用自来水管的水压和流量可使聚丙烯酰胺溶液均匀稀释，准确计量，并可加入于纸机任何地点。

这一装置对添加于纸机系统中大多数聚合物，如增强剂、合成施胶剂和助留剂等也都是适用的。

(3) 型式三

一种粉末聚丙烯酰胺的溶解和添加流程如图10-6-6所示。

这一流程的主要设备为喷射器，它的结构如图10-6-7所示。

操作特点：

①首先将文丘里管拧入圆筒中(图中虚线所示)，随后将盛料

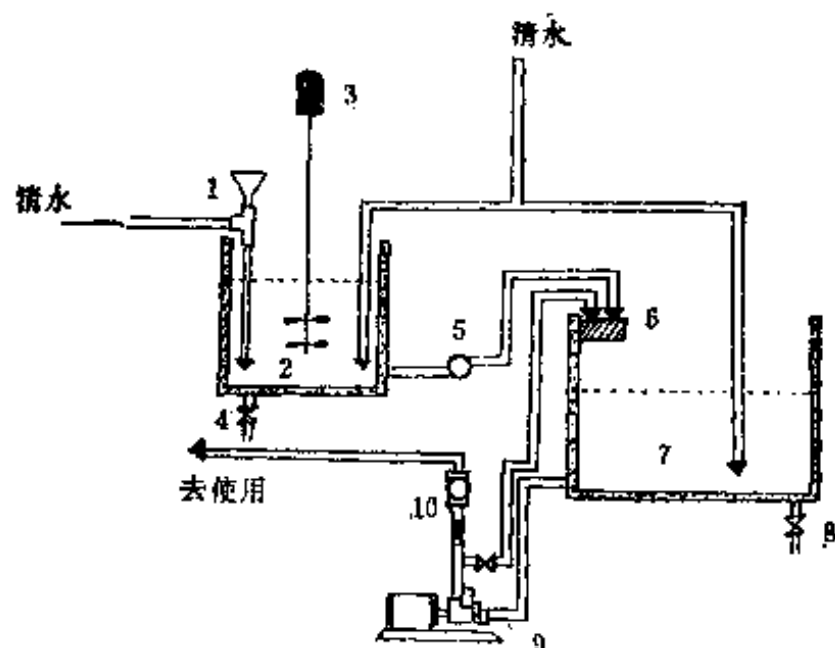


图 10-6-6 粉末状聚丙烯酰胺的溶解和添加流程示意图

1—喷射器 2—溶解槽 3—搅拌器 4—排污管 5—泵 6—过滤筛 7—贮存槽 8—排污管 9—计量泵 10—转子流量计

漏斗的短管插入文丘里

② 在漏斗中放入管中。

聚丙烯酰胺粉末，从旁管(进水管)通进压力水即可使聚丙烯酰胺粉末均匀分散地进入带有搅拌器的溶解槽内。

③ 调节文丘里管螺距即可调节粉末状聚丙烯酰胺的添加量。

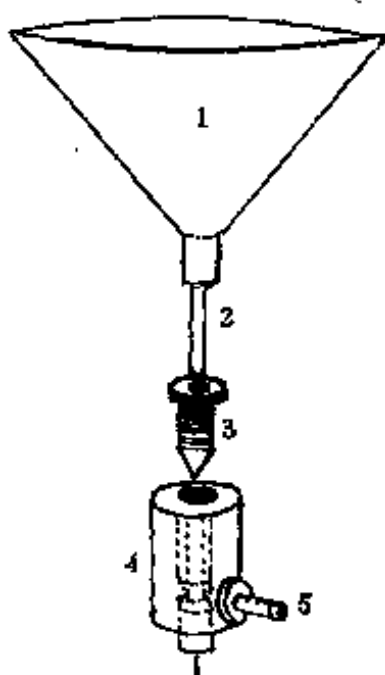


图 10-6-7 喷射器示意图

1—盛料漏斗 2—漏斗的短管
3—带螺纹的文丘里管 4—圆筒 5—进水管

